LP
F5012
1852
S488

Digitized by the Internet Archive
in 2012 with funding from
Queen's University - University of Toronto Libraries

http://archive.org/details/rapportsurunpont00serr

RAPPORT

SUR UN

PONT SUSPENDU

PROJETÉ

POUR LE PASSAGE D'UN CHEMIN DE FER

ET POUR

LA TRAVERSE DU FLEUVE SAINT-LAURNET, A QUÉBEC,

FAIT A

SON HONNEUR LE MAIRE

ET AU

CONSEIL DE VILLE DE QUÉBEC,

PAR

EDWARD-WILLIAM SERREL,
Ingénieur Civil.

QUÉBEC:
IMPRIMÉ PAR AUGUSTIN CÔTE ET Cie.
IMPRIMEURS DE LA CITÉ.

1852.

LDF 3012
1852 S402
120817

F 1509
B 370
15

RAPPORT

SUR UN

PONT SUSPENDU

PROJETÉ

POUR LE PASSAGE D'UN CHEMIN DE FER

ET POUR

LA TRAVERSE DU FLEUVE SAINT-LAURENT, A QUÉBEC,

FAIT A

SON HONNEUR LE MAIRE

ET AU

CONSEIL DE VILLE DE QUÉBEC,

PAR

EDWARD-WILLIAM SERRELL,
Ingénieur Civil.

QUÉBEC:
IMPRIMÉ PAR AUGUSTIN CÔTÉ ET Cie.
IMPRIMEURS DE LA CITÉ.

1852.

A

SON HONNEUR LE MAIRE

ET AU

CONSEIL DE VILLE DE QUEBEC.

MESSIEURS,

Conformément à votre résolution du 4 octobre dernier, me priant de me rendre à Québec pour examiner les sites proposés pour un Pont sur le Fleuve Saint-Laurent, devant ou près de votre Cité, et aussi me demandant, dans le cas où l'entreprise serait praticable, de soumettre des plans, spécifications et estimations à cet effet, j'ai l'honneur de vous informer, comme je l'ai déjà mentionné dans ma lettre du 4 novembre dernier, qui faisait connaître les progrès de mes opérations jusqu'alors, que j'ai d'abord examiné un endroit près de la rivière Chaudière, à environ 4 milles de l'embouchure de l'Anse du Cap-Rouge.

Après cela, j'ai exploré une ligne, de la terrasse du vieux Château Saint-Louis à la Pointe-Lévi, et puis une autre qui, d'un endroit situé à quelques centaines de verges au-dessus du Cap Diamant, aboutit à l'autre rive.

J'ai fait des reconnaissances soigneuses de tout le fleuve et du havre près de la Cité, et sur les lignes désignées plus haut ; j'ai tiré des sections des rives, et fait des sondages dans le fleuve, tout en mesurant les distances par le moyen des instruments.

Le résultat de mes opérations a été chez moi la conviction de l'entière praticabilité *de l'entreprise. Je veux dire que je ne vois dans cet ouvrage aucune difficulté insurmontable pour ce qui dépend de l'ingénieur ; aucune raison de penser qu'un Pont solide, propre au passage d'un convoi de chemin de fer ou d'autres voitures, ne puisse y être construit, et cela aussi avec les moyens à votre disposition.*

En conséquence, je vous soumets avec la présente lettre mon Rapport et les Plans qui l'accompagnent.

RAPPORT

SUR LES DIFFÉRENTS SITES PROPOSÉS.

La traverse projetée près de la Rivière Chaudière, et désignée par le No. 1, sur la Carte ou Tracé général A, soumise avec les présentes, exigera un pont dont la plus grande longueur sera de 3,400 pieds.

Les rives sont ici hautes et rocheuses ; sur le côté nord, les terres ont 165 pieds, et sur le côté sud, 140 pieds d'élévation au-dessus des plus hautes eaux.

Les lignes des côtes sont à 2,440 pieds de distance l'une de l'autre.

Les côtes s'inclinent graduellement, elles sont rocheuses ; et, à marée-basse, la rivière a 1,850 pieds de largeur.

A douze pieds d'eau, de chaque côté, à marée basse, la largeur n'est plus que de 1,625 pieds.

Au delà, en gagnant le milieu de la rivière, l'eau devient tout-à-coup très profonde, jusqu'à ce qu'elle ait plus de 180 pieds de profondeur.

Le courant monte ou descend, selon que la marée monte ou descend aussi.

Il y a deux marées par chaque 24 heures, et la hauteur moyenne de la marée montante est de 20 pieds.

A l'endroit désigné par le No. 2, sur la Carte, la distance entre la Terrasse du Vieux Château Saint-Louis et le haut des côtes de la Pointe-Lévi se trouve être de 4,600 pieds, et à douze pieds d'eau, à marée basse, la distance serait de 2,987 pieds.

L'inclinaison de la côte est ici moins graduelle qu'à l'endroit N°. 1, et on trouve l'eau très profonde dans toute la largeur de la rivière.

A 500 pieds du rivage, à marée basse, sur le côté nord,

l'eau a 45 pieds de profondeur ; à une semblable distance, sur le côté sud, elle a 126 pieds.

Au milieu de la rivière qui est presque l'endroit le plus profond, l'eau a environ 170 pieds de profondeur.

Tous ces sondages sont réduits au niveau de la marée basse.

La largeur précise de la ligne N°. 3, n'a pas été déterminée, mais on sait qu'elle est de plusieurs centaines de pieds plus considérable que celle de la ligne N°. 2.

Les sondages, etc., sur cette ligne, ont été faits à la demande d'un membre du Conseil-de-Ville, qui croyait qu'on trouverait de l'eau très peu profonde à plusieurs centaines de pieds de distance de chaque rive.

Malheureusement, tel n'a pas été le cas, et l'on n'y a rien remarqué qui pût justifier une comparaison entre elle et les deux autres lignes proposées.

COMPARAISON GÉNÉRALE ENTRE LES SITES PROPOSÉS.

La différence si considérable dans le coût de la construction, aux endroits proposés, ne laisserait que peu de chances d'argumenter en faveur de la ligne du Château Saint-Louis à la Pointe-Lévi, si le pont devait être le seul objet de considération ; mais comme le pont, lorsqu'il sera construit, doit avoir l'effet d'unir la rive nord à la rive sud du fleuve, *à Québec*, il n'atteindrait pas son but légitime, s'il était érigé au premier endroit, à moins qu'il n'y eût un moyen convenable de l'unir à la cité.

Sur la carte A, est indiquée une ligne de chemin de fer projeté depuis l'endroit N°. 1, jusqu'à la porte Saint-Jean, avec un embranchement vers la Basse-Ville.

Ce chemin de fer aurait jusqu'à la porte Saint-Jean, six milles et un quart de longueur.

Sur ce chemin, la gradation n'excèdera pas 50 pieds par mille, ce qui est moindre que le maximum de la gradation du chemin de fer de Québec et Richmond, tandis que les

courbes auront un rayon plus grand que le minimum des chemins de fer les mieux construits.

Par ce chemin, les voyageurs, qui iraient par affaires à la rive sud du fleuve, s'y rendraient en 15 minutes, et les charges et articles lourds y parviendraient en moins de trois quarts d'heure.

Toute grande ligne de chemin de fer, jusqu'à Halifax ou à toute autre partie des provinces inférieures, doit nécessairement aboutir au fleuve, de manière que la traverse s'en fasse le plus facilement possible. Le chemin de fer du major Robinson, venant d'Halifax sur la ligne de la seconde concession, pourrait franchir le fleuve aussi aisément, si ce n'est plus facilement, en cet endroit qu'en tout autre.

Il y a, à ce site, de plus grandes facilités pour une jonction avec le chemin de fer de Richmond, qu'en tout autre endroit où l'on pourrait construire un pont.

Au site N°. 2, il serait nécessaire que le pont fût au moins de 35 *pieds plus haut* qu'au site N°. 1, vû que les plus grands vaisseaux de guerre viennent souvent dans le hâvre ; tandis que, si je suis bien informé, ils n'ont jamais remonté la rivière au-delà de l'Anse de Wolf, depuis que ce pays est sous la domination anglaise.

En cas de guerre, les opérations sur le fleuve, au-dessus de Québec, se feraient en toute probabilité par le moyen de vapeurs, les vaisseaux de plus de 600 tonneaux ne pouvant passer dans le lac Saint-Pierre. (Géographie de M. Cullough.)

Un autre avantage du premier site, est la facilité de sa jonction avec la partie maritime et commerciale de la cité, la Basse-Ville, par le moyen de l'embranchement à faire au chemin de fer projeté.

Cette jonction, dans le cas où le Pont aboutirait à la Terrasse du Château Saint - Louis, nécessiterait, pour atteindre le même niveau, un parcours de quatre milles en

donnant le même maximum de gradation que celui des che mins de fer d'Halifax et Richmond.

Ainsi, vû les avantages nombreux et considérables du site N°. 1, près de la rivière Chaudière, et vû que l'intérêt général et public serait aussi bien servi par un pont construit au site supérieur que construit à l'autre endroit, je crois que je consulte l'intérêt de la Cité, en vous recommandant de la manière la plus positive de construire le pont à l'endroit désigné par le N°. 1.

J'ai en conséquence préparé des dessins détaillés de l'ouvrage projeté ; et, en même temps, je soumets une esquisse de ce qui serait nécessaire au site N°. 2, avec une estimation brute du coût probable, afin que vous puissiez vous-mêmes compléter la comparaison.

DU PLAN PROPOSÉ.

En présentant à votre adoption les plans qui accompagnent ce rapport, je sais que, tout probablement, je rencontrerai et j'aurai à combattre de l'opposition provenant d'anciens préjugés, vû qu'en ce moment l'opinion du monde savant n'est pas unanime sur le sujet en question ; je dois néanmoins dire que les faits énoncés ici seront suffisants pour faire examiner le projet, si toutefois ils ne règlent pas la question.

Le plan proposé est ordinairement connu sous le nom de *pont suspendu en fils de fer.*

Il consiste en deux tours massives en maçonnerie, construites dans le fleuve, dans douze pieds d'eau, en prenant la moyenne des basses marées.

Ces tours, depuis leurs bases, auront une hauteur totale d'environ 330 pieds ; elles auront à leur base 52 pieds sur 137, et diminueront régulièrement en s'élevant.

A leurs centres, elles seront à 1,610 pieds l'une de l'autre.

On remarquera que le pont ne se trouvera pas à angle droit avec la rivière ; cela est dû à la situation des plus

basses eaux près des rivages. Les tours néanmoins sont sur la ligne des courants.

Les tours étant si petites à leurs bases, comparativement à la largeur de la rivière, ne produiront sur elle que peu ou point d'effet.

Sur les rives seront construites, telles que représentées, des culées convenables en maçonnerie et de dimensions suffisantes; elles serviront de revêtement pour les atterrissements.

Aux culées, le chemin sera à 162 pieds au-dessus du niveau des plus hautes eaux, et il s'élèvera de huit pieds en gagnant le milieu du pont.

Au centre du pont, la hauteur sera donc à 170 pieds au-dessus de plus hautes eaux.

Le chemin se composera de deux voies pour voiture, de 10 pieds et demi de largeur chaque, et d'un passage pour convoi de chemin de fer, de telle largeur ou dimension qu'il puisse servir pour tout chemin de fer qui pourrait être en jonction avec ce pont, l'espace en étant de onze pieds clairs.

La largeur totale du chemin sera de 32 pieds clairs, outre les parapets.

Tout ce qui formera le chemin et les parapets sera en chêne.

Les voies pour le roulage ordinaire seront de chaque côté du chemin de fer et en seront séparées par une balustrade convenable, telle que représentée. Le tout sera supporté par des poutres à 4 pieds de distance les unes des autres, à leurs centres. Les poutres auront douze pouces sur quinze d'épaisseur. Elles seront appuyées en dessous, de manière à roidir le pont transversalement, par des poteaux (*string posts*) et des barres de tension en fer.

Les bordages de fond auront 3 pouces et demi d'épaisseur.

Le chemin de fer et l'espace y compris seront revêtus d'une couche de quelque substance solide à l'épreuve du feu, pour prévenir les accidents qui pourraient autrement arriver par les étincelles provenant des locomotives.

Les parapets seront composés de quatre rangées de pièces de bois de 15 pouces quarrés, fortement chevillées, chaque morceau étant joint à un autre de manière à former une pièce continue dans toute la longueur du pont.

Plus bas que les parapets et sous les poutres du plancher, trois pièces de bois formant les poutres principales seront liées de la même manière que les parapets renversés. Elles seront chevillées et jointes de la même manière, et seront unies aux autres parties par des chevilles en fer de dimensions convenables, que l'on posera à travers tout le côté, y compris le *cap* parapet, les traverses et la rangée inférieure des pièces de bois formant les poutres principales; et, en outre, des courbes telles que représentées sur la feuille N°. 4 seront liées en dedans et en dehors de cette dernière rangée de pièces de bois et en dehors du parapet : ce qui rendra les côtés du pont semblables à ceux d'un gros vaisseau.

Je suis redevable à M. Ellett, de Philadelphie, d'une partie de l'esquisse de cette coupe transversale du chemin et des parapets.

La charpente, formant le parapet et les poutres principales, est assez forte pour porter sa propre pesanteur sur une distance d'environ 550 pieds, si on la considère comme une poutre qui n'est appuyée qu'à ses extrémités.

Sous les poutres principales qui se trouveront sous le chemin à lisses, on doit poser deux autres poutres longitudinales pour roidir cette partie du pont et lui donner plus de force.

Le tablier ainsi construit sera plus que suffisant pour tout usage auquel on voudrait l'employer.

Il sera suspendu et supporté par des tiges de dimensions convenables, reliées elles-mêmes à un système de câbles ayant la courbe caténiforme, du sommet d'une des tours au sommet de l'autre, et des sommets des tours aux culées.

Les câbles seront composés de fils de fer parallèles les uns aux autres. Il y aura une arche centrale et deux arches de terre. L'arche centrale aura 1610 pieds, et chacune des deux autres aura 805 pieds, donnant pour la voie en dedans des culées, une longueur totale de 3,222 pieds.

Les câbles de support sont attachés sur la terre ferme aux ancres et aux murs d'appui.

L'arrangement mécanique consiste en un système de barres auxquelles sont attachés les câbles de fil de fer. Ces barres passent à travers des arches pratiquées dans les culées et sur des segments en maçonnerie massive, et pénètrent par un puits à 56 pieds dans le roc vif du rivage. Les deux rives sont de la même formation que le lit du fleuve ; c'est un dur composé d'ardoise et de pierre à chaux.

Dans les puits qui sont percés transversalement, on doit placer deux arches renversées en pierres de taille. Ces arches recevront les clefs des ancres sous des plaques de fonte convenables qui forment la clef de l'arche. Voyez la feuille N°. 3.

Un passage horizontal, de grandeur suffisante pour faire entrer ou sortir le mécanisme et pour évacuer les eaux, sera pratiqué en pente, du fond du puits au rivage du fleuve.

Ces débouchés permettront une libre circulation d'air dans les puits, autour des ancres d'appui, ce qui empêchera près d'elles une accumulation de matières décomposées par l'humidité.

On pourrait construire les segments, les murs d'appui, les bureaux, etc., en maçonnerie brute faite avec du ciment, et les chapiteaux et les angles de ces différentes constructions en pierres de taille. Les bureaux et les magasins d'outils, etc., etc , seraient dans les revêtements, tels que représentés dans la feuille N°. 1.

Des cordes de retenue, posées de telle sorte qu'elles tirent

également aux endroits auxquels elles seront attachées, seront liées aux côtés du pont de telle manière qu'elles pourront être maintenues à des blocs jetés dans le fleuve pour cet objet ; elles seront en fils de fer tels que les câbles. On a imaginé un moyen mécanique par lequel les cordes de retenue auront la même tension à toutes les températures.

Par le moyen du mécanisme dont nous nous sommes déjà servi, il se produira une tension bien égale sur chaque fil des câbles principaux, en sorte que chacun d'eux pourra porter sa proportion du poids du pont et des charges qui peuvent le traverser.

On remarquera qu'aux points d'appui, les câbles sont à 70 pieds de distance les uns des autres, tandis qu'au sommet de la courbe ils s'approcheront beaucoup des parapets du pont, formant ainsi des courbes horizontales aussi bien que verticales. Cette disposition donnera une solidité matérielle à tout le système. On ajoutera aux tiges de suspension d'autres petites tiges, qui les uniront de manière à empêcher les mouvements d'ondulations ou de vibrations, qui autrement se feraient sentir dans les longues tiges, lorsque des charges passeraient sur le pont.

Les câbles principaux seront unis les uns aux autres au-dessus du pont par des câbles transversaux de moindres dimensions. Cela donnera aussi de la solidité à l'ouvrage et empêchera les vibrations.

La plupart des ponts suspendus en Europe ont été construits avec leurs câbles placés dans des plans parallèles, et unis seulement par le tablier et les tours.

Une série de cylindres ou de plaques pesantes seront appuyées sur la maçonnerie des tours, et porteront les selles sur lesquelles passeront les câbles. Il s'en trouve une plus grande description plus loin.

CAISSONS. (*Coffer-dams.*)

Par le moyen des instruments ordinaires pour les opérations sous-marines, on fera des mesurages exacts du lit du fleuve, là où l'on se propose de faire les fondations et les ouvrages qui en dépendent.

On doit ensuite former une cage de telle sorte qu'elle s'ajuste autant que possible aux rochers et à la surface.

Un plan général de la chaussée projetée se trouve sur la feuille N°. 5, figure 1.

La figure 2, en est une section longitudinale. La figure 3, en est la coupe transversale. Les autres figures représentent les détails de sa construction.

Cette chaussée doit être construite sur le rivage de la même manière que des cages pour des piles, et posée d'une manière convenable et à l'aide de cabestans. On devra sur place la charger de pierres que l'on jettera dans ses compartiments.

Tout le système consistera en la charpente de la cage, qui sera en trois compartiments cellulaires. Ceux du dehors et du dedans sont destinés à recevoir le lest, et à fortifier le tout. Le compartiment du centre contiendra une masse solide en terre glaise: le tout tel que représenté.

La terre glaise, qui formera le puddlage, sera mise entre des bordages qui seront unis à la cage et enfoncés en terre.

Des aisseliers, tels que représentés par la figure détachée 5, maintiendront les deux systèmes de cages à une distance convenable l'un de l'autre, et seront enlevés à mesure que le remplissage se fera, afin qu'il ne s'infiltre pas d'eau à travers la masse de terre glaise, qui aura une épaisseur de dix pieds. Les cages auront douze pieds de largeur. On y doit construire, d'un bord à l'autre, une charpente convenable pour fortifier tout le système; elle devra subsister

jusqu'à ce qu'elle se trouve faire obstacle à la maçonnerie des tours.

Par le moyen de coffres munis de soupapes à l'extrémité inférieure, le puddlage pourra être descendu au fond à travers l'eau, et y être refoulé sans être beaucoup humecté.

Le caisson (*coffer-dam*) étant ainsi construit, on pompera l'eau qui s'y trouvera, et le lit rocheux du fleuve sera préparé pour recevoir la maçonnerie des tours, qui auront ainsi le roc vif pour base.

Lorsque les tours seront terminées, la cage du caisson (*coffer-dam*) sera placé sur la ligne de la basse marée, et, à chaque extrémité, on construira des brise-glaces au-dessus et au-dessous des piles.

De fortes plaques de fer seront posées aux angles des brise-glaces, à l'intersection des plans ; il en résultera que la glace se brisera par sa propre pesanteur à mesure qu'elle s'élèvera sur les plans, et qu'elle pourra s'échapper de chaque côté sans causer de dommages.

DE LA FORCE DU PONT, ETC., ETC.

On s'apercevra de suite, en référant aux plans, que les câbles auront à porter leur propre poids, la pesanteur du tablier et de ses dépendances, et toute charge additionnelle qu'on pourrait y faire passer.

DES CABLES.

Pour ceux qui ne sont pas accoutumés aux combinaisons mécaniques, sans doute qu'à première vue il semble presque futile de suggérer qu'un pont qui a un énorme tablier de 1610 pieds, outre deux moindres tabliers de 805 pieds chaque, chacun desquels est, par lui-même, égal à la plupart des plus grands ponts du monde ; que ce pont, sur lequel la bruyante locomotive avec son convoi de plus de 100 tonneaux doit voler avec autant de vitesse que le vent, dépende

en dernier ressort, pour sa force, de la puissance de cohésion du fil de fer, chacun des torons ne devant avoir guère plus d'un huitième de pouce de diamètre.

On se rappellera néanmoins que des vaisseaux de guerre sont maintenus en parfaite sûreté à leurs embossures, au milieu du tonnerre de la tempête qui les jette sur le flanc, par les fibres des câbles de chanvre, et chacune de ces fibres n'a pas plus d'un centième de pouce d'épaisseur.

Le fil des araignées et des vers-à-soie, fil avec lequel on peut faire un tissu d'une force de tension prodigieuse, se compose, selon Biot, de plus de 5,000 torons (*Mechanics*, par Bartlett) ; et un morceau de chêne, avec une coupe transversale, capable de porter sûrement une pesanteur de 50 tonneaux, se compose de tubes capillaires, chacun desquels est à peine plus gros qu'un cheveu.

Pour lors, si l'on peut prouver qu'un seul toron de fil de fer, tendu à travers l'ouverture proposée pour le pont, portera son propre poids et quelque chose de plus, (quantité que l'on connaît), il n'est besoin que des plus simples règles d'arithmétique pour déterminer combien il faut de torons pour porter toute charge proposée.

Or, l'intention est de composer convenablement les câbles du pont de 80,000 torons du meilleur fil de fer No. 10, destiné aux ponts, chaque toron étant continu sur toute la longueur du pont.

Ce fil de fer pèsera une livre et un quinzième de livre par chaque 20 pieds de longueur ; par conséquent, comme la courbe exigera environ 20 pieds, la longueur de chaque toron depuis les points d'appui jusqu'au centre sera d'environ 1,630 pieds, et chaque toron pèsera environ 83 livres et treize centièmes de livre.

Par une série d'expériences faites avec grand soin, on s'est assuré qu'un toron des dimension et pesanteur précitées, portera, sans se briser, une charge de 1,500 livres au moins,

ce qui est un terme moyen pour le meilleur fil de fer pour les ponts.

Mr. Chaley, qui a construit le fameux pont de Fribourg, qui est le plus long de tous ceux de l'Europe qui n'ont qu'une seule arche, dit que, par des expériences, il s'est assuré qu'il y a des torons de cette dimension qui portent 1,760 livres avant de rompre. Mr. Ellett écrit que ses propres expériences corroborent cet avancé.

Pendant que je construisais le pont de Queenston, à Lewiston, j'ai fait une série de vingt-deux expériences. Chaque fois, les fils de cette dimension furent soumis à une charge immobile qui pesait verticablement. On avait pris les fils de fer au hasard dans l'atelier, et les expériences ont donné pour le poids (terme moyen) que chaque fil pouvait porter avant de rompre, 1722 livres ; plusieurs fils ont porté plus de 1800 livres avant de se briser ; et l'un d'eux, qu'on s'assura ensuite être le dernier bout d'une cueuille et qui conséquemment était un peu plus gros, porta un peu plus de 1900 livres avant de rompre.

Quoique ces résultats soient parfaitement exacts pour les fils soumis à cette épreuve, ils ne devraient pas être pris comme terme moyen pour le fil de fer (de ce numéro) employé pour les ponts (*a*), parce que plus le fil est long, plus est grande la probabilité d'y trouver des défauts, et d'ailleurs la matière dont est composé le fil n'est pas toujours également uniforme ou tenace. Néanmoins, le fil de fer dont on se sert pour les ponts, devrait, sans le moindre doute, pouvoir porter sans rompre un poids de 1500 livres par chaque toron de la dimension et du poids déjà mentionnés ; et si l'on met

(*a*) Ce fil de fer a été fait par MM. Cooper et Hewett, de Trenton, dans le New-Jersey. Mr. Washburn, de Worcester, dans le Massachussets, m'a assuré dernièrement qu'il était prêt à contracter pour fournir du fil de fer, No. 10, pour des ponts, capable de porter, sans rompre, un poids de 1800 livres par toron.

de soin convenable dans le choix de la matière et dans la manufacture, ayant la précaution de faire disparaître entièrement les acides employés pour le nettoyage, on peut s'attendre certainement au résultat précité. Il faut aussi se rappeler que le fil de fer nouvellement manufacturé, n'est pas si fort que celui qui est fait depuis plusieurs mois, probablement parce que dans ce dernier cas les molécules ont le temps de se replacer après que le fil est manufacturé. Par une expérience faite sur un long fil, on s'est assuré qu'il était bien plus tenace après être resté à l'air et avoir été recouvert d'une couche de vernis d'huile de graine de lin, pendant environ deux mois, que lorsqu'il venait d'être manufacturé, quoiqu'il fût soumis continuellement à un poids égal à environ un dixième de sa plus grande force de cohésion, et aussi à des vibrations constantes.

Pour lors, si un toron de fil de fer, de 1630 pieds de long et pesant moins de 84 livres, était suspendu verticalement, il porterait son propre poids et la différence entre sa plus grande force de cohésion et le poids du toron, c'est-à-dire, que, s'il avait la force moyenne des fils de fer, il ne romprait pas s'il était soumis à un poids moindre que 1420 livres en outre de son propre poids. Il s'agit ici du fil de fer No. 10.

Or, comme il doit y avoir 80,000 torons de fil de fer dans les câbles, ils porteront ensemble 80,000 fois autant qu'un seul toron; ou la plus grande force des câbles sera égale à 120,000,000 de livres ou 60,000 tonneaux nets.

Cependant, vû qu'en décrivant la courbe caténiforme, les câbles ne peuvent pas porter un poids aussi grand que s'ils étaient placés verticablement, (et cela est dû à la direction dans laquelle agissent les forces auxquelles ils sont soumis), il faut en conséquence faire une allouance. Les règles qui régissent cette matière sont aussi bien connues que tous autres faits mathématiques, et l'on peut arriver au résultat avec précision ; mais comme la formule est quelque peu compli-

quée, elle n'est pas insérée ici. Ceux qui voudront examiner davantage ce sujet pourront avoir recours à l'Appendice A, où l'on en trouve la démonstration mathématique.

Dans le cas présent, et en s'appuyant sur l'angle donné à la tangente de la courbe, on trouvera que la tension qu'éprouveront les câbles se rapprochera tellement du double de celle qu'ils éprouveraient avec le même poids exerçant cette tension dans un sens vertical, que, pour abréger, nous supposerons qu'il en est ainsi.

Donc, chaque livre, dont seront chargés les câbles, les tendra à leur place autant que deux livres au point de suspension; que ce poids soit celui des câbles eux-mêmes ou du tablier et de ses dépendances, ou de toute charge qui peut se trouver sur le pont.

Si de cette manière les câbles, à cause de leur position, sont tendus deux fois autant que s'ils pendaient verticalement, ils ne porteront aussi, avant de rompre, que la moitié du poids qu'ils porteraient dans une position verticale.

Nous avons vu, par ce qui précède, que la plus grande puissance de cohésion des 80,000 torons est égale à 60,000 tonneaux nets, et que les câbles porteront dans leur position la moitié de ce poids, ou 30,000 tonneaux nets. Par conséquent, si de ce poids l'on retranche celui des câbles eux-mêmes et de tout ce qui y est lié, les tabliers, etc. etc., la balance sera le poids qui, placé sur le pont, le tendrait de manière à le rompre.

La force des câbles étant ainsi determinée, nous verrons bientôt quelle charge probable passera sur le pont et quel effet elle aura sur les câbles.

LES CABLES DES TABLIERS DE TERRE.

Comme chaque tablier de terre a précisément la moitié de la longueur du tablier central, et comme, dans le but d'égaliser les forces sur le sommet des tours, les câbles sont attachés

au mur d'appui sur le même niveau que la partie inférieure de la courbe du tablier principal, la résultante des forces qui agissent sur eux est égale à celle des forces qui agissent sur les câbles principaux, et par conséquent ils doivent être également forts. (Appendice B.)

DES TOURS D'APPUI.

Les tours d'appui placées dans le fleuve, dans 12 pieds d'eau (terme moyen), à basse marée, seront creuses (voyez la feuille nº 2,) et proportionnées de telle sorte que le poids qu'elles auront à supporter de la part des câbles se reportera sur la surface de leurs bases.

En autant que les explorations faites sur le terrein ont fait connaître la nature du lit de la rivière, il a semblé être de roc solide couvert d'une légère couche de gravier et de moyens cailloux. Vû la nature du roc, qui est de l'ardoise entremêlée de pierre à chaux, on ne rencontrera probablement pas de fissures considérables ; au contraire, le lit de la rivière sera en toute probabilité très solide et généralement plan aux sites proposés pour les tours, avec une inclinaison vers le milieu du fleuve.

La hauteur de la marée est, terme moyen, de 20 pieds, et les fondations se trouvant dans 12 pieds d'eau, à marée basse, c'est une entreprise gigantesque et extraordinaire que celle de poser sûrement des fondations qui auront à soutenir l'énorme pesanteur que celles-là auront à porter.

Dans des entreprises de ce genre en Angleterre, en France et aux Etats-Unis, on a employé différents moyens avec plus ou moins de succès, et celui, peut-être, que l'on approuve le plus est celui des caissons (*coffer-dams*).

En Angleterre, durant de longues années, ce mode fut le seul en usage ; on en a néanmoins employé d'autres récemment.

Quand il se présente du roc près de la surface du lit, en

eau profonde, il y a une difficulté presque insurmontable à la construction des caissons (*coffer-dams*) ordinaires, vû qu'il n'y a que peu ou point de prise pour les pilotis.

A cause de la grande pression que doit porter la base des tours, le mode des caissons, dont on s'est servi si heureusement en France et aux Etats-Unis, ne peut ici convenir.

Il est d'une grande importance que la maçonnerie repose, s'il est possible, sur le roc vif.

Afin donc d'opérer la construction par le moyen d'un caisson (*coffer-dam*), qui ne soit pas sujet aux dangers d'avoir peu de prise dans le terrain qui recouvre le roc ; afin aussi de profiter autant que possible du bon marché comparatif du système des caissons français, je me suis efforcé de proposer un mécanisme qui combine les deux modes déjà décrits.

On m'a suggéré d'employer des cages formées de pièces de bois remplis de morceaux de pierre, et enfoncées de la manière que le sont les piliers près de cette Cité, et d'y construire les tours.

Indépendamment des objections résultant du manque de permanence dans les matériaux employés et de la manière d'unir le tout, il y aurait un grand danger que cette masse ne changeât sa position sur la surface inclinée du lit de la rivière, et, si telle chose arrivait, tout ce qui serait au-dessus serait perdu.

Comme il n'y a pas de doute que le roc vif du lit du fleuve puisse porter un poids plusieurs fois aussi considérable que celui du pont, je vais démontrer la force des tours.

Dans l'Appendice C., on voit que le poids, auquel les tours seront soumises, sera, sous toutes circonstances, une pression absolument verticale ; et pour cela il s'agit seulement de s'occuper des forces qui agiront dans cette direction, à l'exception des parties du système qui éprouvent une pression latérale en elles-mêmes.

Cette partie de la tour, qui a l'aire la moins sectionnaire,

se trouve immédiatement sous les plaques des selles. Aux quatre points de contact, il y a une surface de 1440 pieds carrés pour porter la pression. Par les câbles, il sera transmis sur ces points une pression égale à 57,960 tonneaux nets. Voyez l'Appendice D.

Le poids des matériaux contenus dans les tours audessus de leur base sera égal à 108,687 tonneaux nets, et conséquemment le poids des tours et la pression provenant des câbles porteront sur la section inférieure audessus de la base.

Les bases auront une section de 5,120 pieds carrés ; il y aura donc une pression d'environ un cinquième de tonneau sur chaque pouce carré de cette partie de la tour sur laquelle se fait sentir toute la pression directe.

On suggère de construire les tours avec la meilleure pierre prise dans les carrières près de Victoria Cove, ou plus haut, en remontant le fleuve. Cette pierre est une pierre à chaux, compacte, dure et durable ; on la trouve employée dans la plupart des édifices les plus élégants de cette ville et de ses environs. Des barres pesantes en fer et des morceaux de fonte seront placés dans les tours pour plus de solidité ; et, pour tout l'ouvrage, on se servira du ciment hydraulique de la meilleure qualité.

Les assises de pierre seront bien serrées et les joints bien tirés.

L'effet architectural se voit partiellement dans les dessins ci-joints.

D'après les publications les plus recommandables, la pierre que je propose d'employer, si on la choisit bien, pourra être soumise, selon les expériences faites par Bennie, Daniell, Wheatstone et autres, à une force égale à environ trois tonneaux nets par chaque section d'un pouce carré, avant de se briser.

On voit donc que la surface de la section de la base de

chaque tour est 15 fois plus grande que celle qui cèderait au poids le plus considérable que celle-là aura à porter. Voir l'Appendice.

Les tours telles que projetées sont proportionnées, quant à la force et au poids qu'elles auront à supporter, comme le serait un moyen terme pris entre les dômes de l'Eglisede St. Pierre à Rome, de celle de Saint-Paul à Londres, et de l'Eglise de *Toussaints* à Angers (*a*) ; dans chacun de ces édifices on a employé une variété de la pierre à chaux.

Avant de bâtir, cependant, on devrait faire des expériences très précises sur l'espèce particulière de pierre à employer, et sur elles seules on baserait les proportions finales à donner aux tours.

Si les lignes du sommet de la courbe de l'ouverture centrale et les attaches aux murs d'appui demeuraient toujours au même niveau, il ne serait pas besoin de prévenir le mouvement des câbles sur les tours. Mais comme les changements atmosphériques, en contractant et détendant les câbles, feront hausser ou baisser tout le tablier depuis les revêtements jusqu'au centre, il est nécessaire de mettre, entre les câbles et la maçonnerie des tours, des selles ou plaques de support qui, par un léger mouvement, maintiendront l'équilibre entre le tablier du centre et ceux de terre.

Les selles consistent en plaques de fer disposées de telle manière qu'elles reçoivent les câbles à l'endroit où ils traversent le sommet des tours. Elles auront la partie supérieure en forme de segment, avec des rainures ou coulisses dans lesquelles passeront les câbles.

On placera, entre la selle et une plaque inférieure en fonte qui est appuyée sur la maçonnerie, un système de rouleaux cylindriques de telle sorte que, à mesure que les câbles se détendront ou se contracteront, il y ait sur les rouleaux

---

(*a*) *Civil Engineering*, par Mahan.

un mouvement d'oscillation qui maintienne la direction des forces dans des lignes parallèles aux axes des tours.

Des rouleaux semblables, mis dans des plans verticaux en dedans des selles, transmettront la tension horizontale des câbles à l'arche en maçonnerie, entre une des plaques de la selle et l'autre plaque.

On voit par là que, quoique la pression des câbles ne soit pas toujours absolument exercée sur les axes des tours, elle ne leur sera jamais oblique, mais elle agira toujours directement sur eux, ou bien leur sera parallèle, à une petite distance de l'un ou de l'autre côté.

EFFETS DE LA GLACE.

On s'enquerra naturellement des effets des masses énormes de glace qui s'accumulent dans le fleuve et qui viendront se précipiter avec grande force sur les ouvrages dépendant du pont.

En réponse, je prétends que quelque grands que soient les monceaux de glace que l'on voit en mouvement sur le fleuve, leurs grandeur, épaisseur et vitesse étant connues, on peut calculer leur effet avec précision.

Il ne reste plus qu'à proportionner les différentes parties des ouvrages, de manière qu'elles puissent résister à aucun choc qu'elles peuvent éprouver.

Je crois que cela a été fait dans ces plans ci-joints.

On a eu soin de placer, comme je l'ai déjà fait voir, des brise-glaces des deux côtés du pont.

Outre que les brise-glaces sont des ouvrages séparés des tours, et par conséquent ne leur transmettront pas les chocs qu'ils recevront, une partie très considérable de la force de la glace flottante sera neutralisée par la glace elle-même, qui attérira sur le fond du fleuve en avant des brise-glaces, et recevra ainsi la pression des masses de glace flottante.

Je tiens de bonne part que, à l'extrémité supérieure du

Lac Saint-Pierre, il y a des rochers qui n'ont pas plus de 25 pieds de diamètre et qui sont à moitié hors de l'eau ; ils résistent chaque année à toute la force des masses de glace qui descendent dans le fleuve, et ne sont nullement dérangés.

Tout près de votre Cité, on voit les piliers extérieurs destinés au chargement et déchargement des vaisseaux. Ils ont ordinairement 25 pieds sur 50 pieds à leur base, et sont enfoncés dans différentes profondeurs d'eau, depuis 4 pieds jusqu'à 30 pieds, à basse marée. Ces piliers sont des cages en bois, chargées de pierre, et bien qu'ils changent fréquemment de position et s'inclinent par l'action des eaux du fleuve, ils ne sont pas déplacés ou brisés par les champs de glace qui, en cette partie du fleuve, les frappent avec plus de force qu'ils ne le feraient plus haut.

Quelques-uns de ceux de MM. Gilmour, Lampson et autres, ont résisté depuis plus de 25 ans.

Pour lors, si ces ouvrages, comparativement temporaires, peuvent résister sans dommages de la part de la glace flottante, à la même force ou à une plus grande force que celle que l'on rencontrera au site du pont projeté, assurément on ne doit pas craindre pour la sûreté de la forte maçonnerie des tours, qui sera défendue par les brise-glaces et protégée par le caisson (coffer-dam) au-dessous de la ligne des basses eaux.

Outre les raisons précitées, on peut remarquer que la glace s'attachera aux brise-glaces, aux rivages, etc., ou qu'elle *prendra*, comme l'on dit ici, laissant ainsi le chenal comparativement clair, la glace qui sera prise guidant la glace flottante vers le milieu du fleuve, où l'on ne suggère pas de construire des ouvrages, à l'exception de ceux qui sont tellement au-dessus de l'eau qu'ils se trouvent hors d'atteinte.

Si l'on trouvait nécessaire de construire des piliers diagonaux en matériaux bruts, et tels que représentés par des lignes en points sur la feuille N°. 1, ces piliers précipiteraient toute la glace par l'ouverture du centre.

On croit néanmoins qu'on n'aura pas besoin de ces défensse additionnelles, et en conséquence on n'en recommande pas la construction et n'en estime pas le coût.

DE LA FORCE DES ANCRES.

Les ancres devront être faites de fer pur, capables de porter 80,000 livres par chaque section d'un pouce. Le plus grand poids qui pourrait porter sur elles, ne peut excéder la plus grande force de tension des câbles principaux.

J'ai calculé qu'avec la plus grande force des câbles, il se trouverait qu'il ne serait alors exercé sur elles que les deux tiers de leur plus grande force de tension. Cet excédent considérable de force, proportionnellement aux autres parties de l'ouvrage, est nécessaire, à cause de la matière dont sont composées les ancres.

De grandes barres et autres grands ouvrages de forge ne sont jamais proportionnellement aussi forts que de petites barres ou autres petits ouvrages de la même qualité de fer.

La direction de la stratification et la position des arches en maçonnerie que l'on met en dedans pour avoir prise sur une étendue plus considérable du roc, seront telles que, en dedans des lignes des tangentes des arches, il se trouvera 30,000 tonneaux nets de roc, ou sept fois autant que la tension qui s'y fera sentir.

Outre le poids du roc lui-même que l'on a seul considéré, la force de tension de ses particules est très considérable, probablement égale au double de son poids.

La position de la maçonnerie des segments est telle, que les forces qui agiront sur eux seront transmises directe-

ment au roc et aux fondations des murs d'appui, en lignes droites, à travers les lits naturels des pierres employées.

DES CHARGES QUI PASSERONT SUR LE PONT ET DE LEURS EFFETS.

On estime qu'un convoi de locomotives et de tenders de première classe, occupant toute la voie d'une extrémité à l'autre du pont, sera la plus forte charge qui pourra passer sur le chemin. Un convoi extraordinaire de fret en ce pays ou en Europe ne sera pas de plus de 160 tonneaux, en comptant l'engin et le reste.

La gradation des lignes de chemins de fer en construction ou en projet, et qui seront en jonction avec ce pont, ne souffrira pas, du moins économiquement, des convois plus lourds que ceux-là.

Ainsi la charge *supposée* plus haut, est égale à 1,600 tonneaux entre les tours, ou autrement sur le tablier du centre, et à 800 tonneaux sur chacun des tabliers compris entre les tours et les culées.

Outre cette très forte charge, j'ai estimé que, par quelques circonstances imprévues, tout le chemin pourrait être couvert de peuple.

C'est là, à moins qu'on ne le fasse à dessein, la plus forte charge qui puisse se trouver sur le pont, savoir: une ligne de locomotives et de tenders d'une extrémité à l'autre du pont, et les voies remplies d'autant d'individus que puisse le permettre l'espace (*a*).

D'après les calculs ordinaires, on doit avoir 30 livres par pied carré. Le poids serait donc :

(*a*) Le nombre d'individus qu'on suppose ici est égal à plus d'un tiers de tous les habitants de Québec et de ses environs.

Locomotives et tenders, - -	3,200	tonneaux	nets.
Hommes, - - - - - - - -	966	"	"
	4,166	"	"
La moitié se trouvera sur le tablier du centre. - - - - - - -	2,088	"	"

Dans l'Appendice B, on voit que la tension sur les câbles des tabliers de terre est égale à celle des câbles du tablier central; par conséquent, comme les câbles sont de force égale, les calculs faits pour le tablier du centre prouveront aussi la tension exercée sur les tabliers de terre.

J'ai fait voir à la page 18, que la tension exercée sur les câbles, à cause de leur position caténiforme, laisserait la moitié de leur extrême force de tension pour porter le poids du pont et les charges qui s'y trouveraient.

Estimant que le tablier, étant de chêne, pèse 60 livres par pied cube, et prenant le poids des câbles, des barres de suspension et de tout ce qui est suspendu, il y a dans la partie centrale une pesanteur de -	7,019	tonneaux	nets.
Ajoutons à cela le poids mobile des chars, des personnes, etc., tel que dit plus haut. - - - -	2,083	"	"
	9,102	"	"

Comme il est nécessaire, pour plus de sûreté, que la tension n'excède jamais le tiers de la force de la matière tendue, nous multiplions le poids du pont et de sa plus grande charge par trois, et nous avons 27,306 tonneaux; par conséquent, comme les 80,000 torons peuvent, dans leur position caténiforme, porter 30,050 tonneaux nets, nous avons un excédent de force de 2,694 tonneaux.

Il faut se rappeler que l'on a supposé la charge sur le

pont tellement forte qu'elle ne pourrait jamais être surpassée ; tandis que la charge ordinaire, que portera le pont, n'excèdera pas 180 tonneaux, y compris un convoi de chemin de fer, et telle autre charge qui est dans le cas d'y passer, telle que bétail, etc.

L'effet de cette grande ou extrême charge, si elle est uniformément répartie sur le pont, ne sera pas plus grand que si le pont lui-même avait cette pesanteur additionnelle, pourvû que la charge soit en repos (Voir l'Appendice E). J'estimerai donc l'effet d'une charge plus qu'ordinaire, par exemple, le passage d'un convoi de 400 tonneaux, répartis sur un espace de 400 pieds seulement. C'est là une supposition qui excède de beaucoup les occurrences possibles sur un si petit espace et pendant qu'un chemin de fer est en activité.

Le poids de toute charge, soit du pont lui-même, soit d'une charge en repos, devra être transmis directement par les mécanismes intermédiaires aux points d'appui, c'est-à-dire, aux câbles sur le sommet des tours, où (Appendice A) toutes les charges combinées auront leur effet.

Si maintenant le pont était parfaitement roide, et demeurait vraiment horizontal, sans fléchir, et si les rails étaient un plan parfait, les roues des chars et locomotives étant des cercles sans irrégularités, l'effet causé sur le pont par le passage d'un convoi ne serait pas plus grand *que si le même poids était en repos.*

Mais comme toute œuvre mécanique est plus ou moins irrégulière, il y aurait quelques déviations ou dérangements qui se feraient sentir; la tendance (telle que l'excentricité ou irrégularité des roues, du mécanisme, ou une partie de la voie qui serait un peu plus élevée ou plus basse que le reste) en serait de faire suivre à la charge, passant sur le pont, une direction autre que la ligne droite et horizontale, et par là de donner à une partie des forces combinées l'action d'un corps tombant, et conséquemment frappant le pont d'un

poids proportionné au carré de la distance sur laquelle cette force agirait verticalement. Dans la pratique, cette action sera plus ou moins grande en proportion de la perfection du mécanisme et de la vélocité du corps en mouvement.

Il y a une autre condition à examiner. D'après la nature de sa construction, le pont n'est pas et ne peut pas être, et il n'est pas désirable qu'il soit parfaitement roide. Conséquemment, chaque charge qui le traversera, le courbera plus ou moins ; ainsi, il y aura l'action d'une force qui est due à la déflexion plus ou moins grande du chemin, ou, en d'autres termes, si le pont fléchit quelque peu par le passage d'une charge, cette charge agira sur le pont avec une force égale à son poids de statique, et à un poids additionnel, causé par l'accumulation de pesanteur dans l'espace vertical qu'elle a traversé, suivant le temps qu'elle met à le traverser. Donc, plus la vitesse sera grande, plus grand sera l'effet produit sur le pont, à moins que celui-ci ne soit parfaitement roide.

L'effet du mouvement horizontal d'une charge, sur la trajectoire produite par la flexion du pont en avant de la charge, ne doit pas être pris en considération, lorsque l'on proportionne la force d'un pont suspendu, quoique ce soit un item essentiel dans les calculs qui ont pour objet de déterminer l'action d'une charge mobile sur une poutre métallique, une arche en fonte ou un pont tubulaire, vû que toute force dans une direction horizontale ne serait pas transmise par les barres de suspension aux câbles principaux, qui sont la force extrême du pont, mais n'agirait que sur le tablier sans affecter d'autres parties.

La plus forte charge, qui ait la probabilité de se trouver sur le pont dans le même temps et en mouvement rapide comme il est dit ci-dessus, ne dépassera pas 400 tonneaux. On a vu, à la page 27, que le pont portera sûrement une pesanteur de 2,083 tonneaux nets, répartie uniformément

sur le tablier central. Quoiqu'il soit à peine besoin de démonstration pour prouver qu'un poids, qui n'est qu'une portion si peu considérable de celui que le pont peut porter sûrement en repos, ne lui fera aucun dommage en le traversant, néanmoins pour rendre la chose plus claire, on peut l'expliquer comme suit.

La plus grande déflexion statique que ce poids produira, en considérant le pont comme une courbe caténiforme, parfaitement flexible et en équilibre, sera égale à neuf pouces. Il en sera ainsi, si l'on considère le pont comme étant une série de chaînes ayant des anneaux parfaitement flexibles, sans égard à la propre roideur du pont, excepté à celle qui provient seulement de son propre poids, vû que toute charge placée au milieu du pont, avant de pouvoir le courber, doit agir sur les extrémités de la plate-forme et sur les câbles. (Voir Appendice F.)

L'augmentation de la force verticale de la charge durant son passage de la ligne horizontale par la déflexion, la fera dépasser la quantité statique qui correspond à l'accroissement de la force.

La déflexion produite par un convoi de 400 tonneaux, faisant 60 milles à l'heure, sera égale à environ onze pouces, en considérant le pont (comme plus haut) parfaitement flexible; et la force qu'il déploiera sera d'environ 427 tonneaux de pression verticale. Ajoutant ce chiffre à celui du poids du pont, on a 7,446 tonneaux, ou moins du quart du poids que les câbles sont capables de porter dans leur position caténiforme.

Mais le pont n'est pas parfaitement flexible, et, au contraire, est tellement roide à cause des parapets et des pièces inférieures, des poutres principales, des bordages de fond, et des rails, que si les parapets étaient séparés des tiges de suspension, ils porteraient leur propre poids, en les

suspendant par leurs extrémités sur une longueur de 550 pieds.

Il doit donc être évident que là où existe une combinaison ou un faisceau aussi puissant pour le passage des charges, toute déflexion, qui autrement se ferait sentir, se distribuera sur au moins la moitié de la distance sur laquelle les parapets peuvent porter leur propre poids, et ainsi le tablier fléchira la moitié moins qu'il ne le ferait sans cette combinaison.

Toute déflexion un peu considérable pourrait mettre en danger et briser les poutres des côtés, mais on sait très bien que des combinaisons de pièces de bois peuvent-être soumises à des déflexions beaucoup plus fortes que celle-là, sans qu'il y ait rupture. Les bateaux-à-vapeur sur les fleuves de l'Ouest se courbent souvent de deux à quatre pieds en s'échouant, sans qu'il se déclare une voie d'eau.

Dans les calculs précités, on a estimé l'effet d'un convoi du poids de 400 tonneaux, faisant 60 milles à l'heure. C'est là un poids et une vitesse beaucoup plus considérables qu'il n'est nécessaire. La perte de temps occasionnée pour le passage du pont, par la réduction de la vitesse du convoi à neuf milles à l'heure, ne serait que de *trois minutes*, si on jugeait à propos d'en agir ainsi ; mais l'effet de la plus forte charge, telle que précitée, avec la grande vitesse, ne peut pas endommager l'ouvrage.

LA DURÉE.

La maçonnerie des tours, revêtements, murs d'appui, etc., étant faite des meilleurs matériaux et de la manière la plus substantielle, peut être considérée comme presque indestructible.

Les ouvrages en fer des ancres et des attaches sont disposées de telle sorte qu'il y aura autour d'eux une libre circulation d'air ; on pourra les examiner et les peindre ; et, quoique

sous terre, ils ne seront pas sujets à l'influence de l'humidité, ou sujets à se corroder, sans qu'on puisse y porter remède.

Les fils de fer des câbles étant chacun vernis séparément et recouverts tous ensemble de fil de fer recuit et très convenable, dont ils sont entortillés et qui est lui-même revêtu d'une préparation de Franklinite (*a*) et d'huile de graine de lin, et puis ensuite peint, ne rouilleront jamais, si on les maintient dans cet état; et les ouvrages en bois, étant disposés de telle sorté qu'ils sont bien égoutés et à l'abri d'eaux stagnantes, et que les joints soient goudronnés et calfatés, pourront subsister durant de longues années.

L'atmosphère de Québec aussi est particulièrement bien convenable à des constructions en fer, comme on peut le voir par la manière dont les toits en feuilles de fer résistent aux intempéries des saisons, là où on les laisse sans protection, comme c'est le cas sur la plupart des édifices. Enfin, si l'on prend bon soin de cet ouvrage, et si on le peint de temps à autre, il n'y a pas de raisons de croire qu'il ne dure des siècles, à l'exception des bordages de fond qui devront être renouvelés lorsqu'ils seront usés (*b*).

LA FOUDRE.

On pourra peut-être supposer que la foudre devra endommager cet ouvrage dans lequel une si grande quantité de fer se trouve exposée à l'air.

Il n'y a néanmoins aucun danger à appréhender de cette cause; c'est ce que démontrent les ouvrages de ce genre.

Il paraît qu'il y a des courants électriques distincts, qui passent et repassent constamment dans les différentes parties de cet ouvrage; et le nombre de pointes, telles que les têtes des chevilles de fer, les angles, etc., des petites pièces, qui se présenteront, seront de si nombreux conducteurs de

(*a*) Minéral natif composé d'oxyde de fer, de zinc et de manganèse.

(*b*) Voir la partie du rapport qui parle des ponts Chinois.

fluide électrique, qu'on ne ressentira pas des chocs bien violents, même lorsque le pont serait un médium entre des corps électriques chargés différemment.

Je n'ai jamais appris qu'un vaisseau en fer ait éprouvé d'accidents graves causés par la foudre, tandis qu'il est connu qu'un grand nombre de vaisseaux en bois ont été totalement détruits de cette manière. On peut, peut-être, expliquer ce fait d'une manière satisfaisante par le même raisonnement que celui employé pour le pont, c'est-à-dire, par le nombre de pointes qui agissent comme conducteurs du fluide.

Le temps seul peut déterminer l'effet produit, sur les particules de tout le matériel, par les changements continuels dans les courants électriques et magnétiques ; mais il n'est pas besoin de preuves pour démontrer qu'il peut s'écouler des siècles avant que ces agents ne produisent quelque changement décisif, sous l'action et l'influence de causes légèrement prédisposantes, et même si le matériel se trouve continuellement et fortement tendu.

DES ÉVALUATIONS, ETC.

En faisant l'évaluation du coût probable, je n'ai pas perdu de vue la demande qui m'a faite Son Honneur le Maire, de bien considérer le coût de chaque chose ; et pour cela j'ai développé plus que d'ordinaire, en semblable cas, les détails de cet ouvrage, et voilà aussi pourquoi je puis vous assurer que les prix mentionnés ici seront suffisants pour construire ce ouvrage en la manière proposée.

Je suis aussi autorisé à dire que plusieurs des contracteurs les plus dignes de confiance, sont prêts à contracter pour la construction de la partie de l'ouvrage qui se trouve hors de l'eau et au prix que je vais mentionner.

J'ai obtenu d'eux des renseignements très exacts sur les prix des matériaux, de la main-d'œuvre, etc., et les moyens

de se procurer des matériaux et des ouvriers, et vous pouvez, je crois, vous fier aux résultats.

L'ouvrage sous l'eau, (c'est-à-dire, les caissons (*coffer-dams*) et les fondations des tours, en y comprenant les brise-glaces,) est ordinairement l'objet d'un contrat spécial. L'évaluation, je crois, comprend largement toute dépense nécessaire pour cette portion de l'entreprise.

Les plans, que je propose, ont pour but une construction capable de porter sûrement un convoi de chars avec son extrême charge et se mouvant avec une grande vitesse, et deux chemins publics, de dix pieds et demi de largeur chaque, couverts de peuple d'une extrémité à l'autre ; c'est là la plus lourde charge que le pont puisse être destiné à porter accidentellement.

Si l'on jugeait à propos néanmoins d'encourir une dépense moins considérable pour l'ouvrage projeté, on pourrait construire un pont de moindres dimensions, destiné à des charges moins pesantes.

On pourrait peut-être trouver préférable, sous un point de vue financier, de ne pas mettre une ligne de rails sur le pont qu'on ferait alors plus léger et moins dispendieux, et de se servir de wagons pour traverser le pont de la rive sud à un chemin de fer qui, à l'autre extrémité du pont, conduirait à la ville, ou bien d'avoir un pont seulement pour des convois légers, traînés par des engins stationnaires ou par des chevaux.

Il serait peut-être bon aussi de construire un pont qu'on pût agrandir et renforcer, et dont d'abord on se servirait pour les charges peu pesantes, si toutefois l'on croit qu'il doive exister plus tard des facilités d'obtenir des moyens pécuniaires qu'on ne pourrait trouver aujourd'hui.

Cependant, comme toutes ces questions sont sujettes à bien des conditions, je n'en ai considéré aucune particulièrement, d'autant plus que je suis d'avis que le pont que je

suggère est le plus convenable aux besoins de la Cité, et qu'il ne paraît pas y avoir de grandes difficultés sous le rapport financier.

On se souviendra néanmoins que tout changement dans le tarif provincial, affectant le prix des matériaux, augmentera ou diminuera le prix de l'ouvrage.

SOMMAIRE DE L'ÉVALUATION DU COUT PROBABLE.

	£	s	d	$	c.
Tout le bois, y compris les aisseliers sur le tablier du pont,.....	11,693	10	7	46,774.	12
Tiges de suspension en fer pur	4,180	0	0	16,720.	00
Anneaux des câbles, et câbles transversaux avec les attches aux câbles principaux,	1,000	0	0	4,000.	00
Petits objets en fonte,.....	600	0	0	2,400.	00
Petits objets en fer forgé, chevilles de fer, écroux, etc.,	5,820	0	0	23,280.	00
Fil de fer recuit et de la meilleure qualité,.....	30,000	0	0	120,000.	00
Fil de fer des câbles (force moyenne) 1500 livres par toron,.....	188,100	0	0	752,400.	00
Maçonnerie des deux tours et fondations, y compris le ciment hydraulique, et les caissons (*pumping cofferdams*).....	195,134	10	0	780,538.	00
Grand ouvrage en fonte, y compris les selles, plaques des ancres, et leur ajustement,.....	5,255	0	0	21,020.	00
Grands articles de forge, consistant en barres pour les ancres, barres des selles et attaches,.....	46,300	0	0	185,200.	00
Porté en l'autre part :.....	488,083	0	7	1,952,332.	12

Rapporté de l'autre part :...	£488,083	0	7	$1,952,332.	12
Maçonnerie des revêtements, y compris les bureaux, etc., les fondations devant recevoir du ciment,.....	5,842	0	0	23,368.	00
Mécanisme, ouvrage des ingénieurs,.....	15,000	0	0	60,000.	00
Construction et posage des caissons et des brise-glases,	45,413	2	0	181,652.	40
Construction des câbles et leur posage,.....	6,300	0	0	25,200.	00
Ouvrage de charpente pour le chemin,.....	4,525	0	0	18,100.	00
Posage du tablier et des parapets,.....	2,425	0	0	9,700.	00
Cordes de retenue et et mécanisme à ce sujet,.....	2,000	0	0	8,000.	00
Débouchés pour l'eau, tiges et chambre des ancres,.....	4,400	0	0	17,600.	00
	£573,988	2	7	$2,295,952.	52
Ajoutez 10 par cent pour les contingents, et 23⅓ par 100 pour négocier les obligations (bonds), pour l'intérêt durant la construction et pour les profits des contracteurs,	191,329	7	6½	765,317.	51
Montant total pour compléter le pont,.....	£765,317	10	1½	$3,061,270.	03

NOTE.—Le signe £ signifie "*louis, cours d'Halifax.*"

DES PONTS SUSPENDUS EN GÉNÉRAL.

Ayant maintenant fini la description de la nature des sites proposés pour l'ouvrage en question, celle du po n projeté (y compris sa force), les charges qu'il aura à porte r et sa capacité à cet effet, et ayant aussi soumis l'évaluation

du coût probable de la construction proposée, mon intention actuellement est de faire quelques remarques générales sur cette classe de ponts, de comparer le pont suggéré avec d'autres ponts actuellement existants et ayant la même destination que celui-ci, et de répondre aux objections que l'on fait ordinairement contre les ponts suspendus pour le passage des convois de chemins de fer.

Je crois devoir à votre honorable corps de lui soumettre toutes les difficultés que l'on a coutume de supposer, étant convaincu qu'il ne résulterait aucun bien si l'on évitait un scrupuleux examen. Si les prémisses sont exactes et les conséquences bien tirées, les résultats devront être certains bien que nous n'ayons pas de précédents.

Les ponts suspendus ne sont pas un nouveau mode de construction. Le principe général sur lequel est fondée leur force était connu et mis en pratique avant les temps historiques.

On prétend que les anciens Péruviens furent des premiers à se servir de cette espèce de construction, chaque fois qu'il s'agissait de la forme adoptée pour ce pont; mais si l'on peut s'en rapporter aux traditions des Chinois et aux intermédiaires qui nous transmettent ces renseignements, des ponts suspendus et en fils de fer étaient en usage au commencement de la dynastie actuelle de l'Empire, mais nous ignorons combien de temps auparavant. Dans la *Chine* illustrée, de Kirchers, traduite par Mr. Fordham (Drewry), on lit ce qui suit :

" Dans la Province de Junnan, au-dessus d'une vallée d'une grande profondeur, et dans laquelle un torrent roule ses eaux avec grande force et rapidité, on voit un pont qu'on dit avoir été construit par l'empereur Mingus, de la famille des Hamae, en l'an 65 du Christ. Il est en chaînes de fer réunies par des crochets, qui sont retenus eux-mêmes par des anneaux sur les deux rives du Chasm ; on a placé

sur ces chaînes des madriers qui forment un pont. Il s'y trouve 20 chaînes, dont chacune a 20 perches, ou 300 palmes de longueur (330 pieds)."

Les ponts suspendus en fer ont probablement une origine asiatique.

Le pont de Chouka est si ancien que les habitants de l'endroit ignorent la date de son érection et lui attribuent une origine fabuleuse. (Drewry sur les ponts suspendus.)

Les ponts suspendus du Pérou étaient construits en cordages faits de l'écorce des arbres du pays et des fibres de l'*Agara americana.*

Des ponts suspendus en cordes étaient en usage en France, dès le règne de Charles IX. Dans l'*Histoire de la guerre civile de France*, par Davilas, (Vol. 1er., page 264), on trouve une description d'un pont de cordes, dont on se servit au siége de Poitiers pour franchir la barre de la rivière (river chain).

Douglas, dans son ouvrage sur les ponts militaires, dit que les ponts suspendus en cordes étaient en usage en Italie, en 1742.

Il est difficile de préciser l'époque de la construction en Europe des premiers ponts-suspendus permanents. Il y a quelques années, M. Stephenson a publié la description d'un pont suspendu, construit sur le Tees, près Middleton, et que l'on croit être le premier qui ait été érigé en Europe.

On en fixe la date à 1741, mais c'est incertain. Ce n'est qu'un pont pour les piétons et destiné à l'usage des mineurs.

M. Navier parle d'une chaîne tendue entre deux rochers, près de la Ville de Moustiers, dans le département des Basses-Alpes. Elle a 656 pieds de long. Elle est composée de tiges de $\frac{3}{4}$ de pouce de diamètre, liées les unes aux autres. On pense qu'elle y a été placée dans le 13e siècle. On n'en connaît pas le motif. Des traditions en font une

offrande à la Vierge-Marie, d'autres croient qu'elle est l'œuvre des Chevaliers de Rhodes. Le fait, cependant, le plus important, qui s'y rapporte sous un point de vue scientifique, est qu'elle est restée suspendue durant cette longue période sans avoir été endommagée par la rouille, ce que dit expressément Drewry.

Il est regrettable qu'on ne donne pas des dimensions exactes, qui nous missent en état de déterminer la tension aux points de suspension, vû que ce serait d'un grand secours pour démontrer l'effet des charges sur un corps tendu et sujet à des vibrations durant une longue période ; c'est une preuve dont l'absence se fait fortement sentir dans le monde scientifique.

Aux Etats-Unis, en 1796, M. Finley, construisit près Greenbush, sur le chemin qui conduit à Uniontown, (Voir *Bridge Architecture*, par Pope), un pont suspendu en câbles de chaînes; et depuis lors, jusqu'en 1810, on construisit d'après le même plan plusieurs ponts suspendus d'une grande longueur.

En 1814, l'attention des ingénieurs Anglais, se porta sur ce sujet. M. Dumbell, de Warrington, suggéra des plans pour l'ouverture d'un chemin de Kuncorn, dans Chester, à Liverpool. Il proposait de traverser la Vallée du Kuncorn sur un tissu d'anneaux métalliques; on jugea que, pour ne pas nuire à la navigation, il serait nécessaire d'avoir une ouverture de 1000 pieds et deux autres de 500 pieds chaque.

M. Telford proposa pour cet endroit un pont en barres ou chaînons de fer, et fit à ce sujet plusieurs expériences qui se trouvent consignées dans l'Appendice de l'ouvrage du professeur Barlow, sur la force et la faiblesse du bois. (Troisième édition, 1826).

Jusqu'en 1819, on construisit en Angleterre de petits ponts suspendus, quelques uns en barres, quelques autres en tiges ou en câbles de fil de fer.

Le premier grand pont de l'Angleterre, d'après le principe de la suspension, fut construit sur la Tweed, près Berwick. Il fut proposé et érigé par le capitaine Samuel Brown, M. R. Il fut commencé en 1819 et terminé l'année suivante.

Le tablier y a 449 pieds de longueur.

La même année, durant laquelle ce pont fut commencé, M. Telford fit ses premières opérations au Détroit de Menai, et compléta en sept années l'ouvrage qui y est érigé comme un monument à ses talents distingués.

Depuis lors, des ponts suspendus, avec des modifications plus ou moins grandes dans la forme, ont été construits dans le monde civilisé ; il y en a qui sont très considérables.

Sur les pages suivantes se trouve un tableau de quelques uns des plus grands ponts suspendus ou fixes, qui sont maintenant complétés ou en construction.

Quelques-uns des plus grands ponts suspendus.

NOM ET SITE.	LONGEUR DE L'ARCHE.	QUAND COMPLÉTE.	INGÉNIEUR.	AUTORITÉ.
Pont de l'Union, sur la Tweed..	449 pieds.	1820	Capt. Sir Sam. Brown,	Drewry.
Chain pier, à Brighton.....	255 "	1823	Idem.	Do.
Pont dans l'Ile Bourbon.....	220 3[10 "	1823	Sir J. Brunel,	Henry Law.
Hammersmith, sur la Tamise...	422 25[100 "	1824	Tierney Clarke,	Do.
Conway, sur un bras de mer....	327 "	1826	Thomas Telford,	Do.
Pont du Détroit de Menai	580 "	1826	Idem.	Do.
Sur le Danube, à Vienne	334 "	1828	Her Von Mitis,	Do.
Montrose, sur l'Este.....	432 "	1829	Capt. Sir S. Brown,	Do.
Pont des Invalides, Seine.....	236 "	1829	M. Navier,	Weale.
Fribourg, dans la Vall. de Sarine	870 "	1834	M. Chaley,	Do.
Charring Cross, Tamise.....	676½ "	1845	J. K. Brunel,	Do.
Pont de Fairmount, sur le Schuylkill, à Philadelphie..	357 "	1842	C. Ellet, Jr.	Ellet.
Wheeling, sur l'Ohio.....	1010 "	1848	Idem.	Do.
Pont Bellevue, Niagara.....	759 "	1848	Idem.	Do.
Lewiston et Queenston, Niagara, à 7 milles des Chûtes...	1040 "	1850	Edward W. Serrell,	Serrell.
Pont du Saint-Jean, N. B.....	630 "	En progrès.	Idem.	Do.
Clifton, sur l'Avon..	703 "	do	J. K. Brunel,	Heale.
Nashville, sur le Cumberland...	538 "	1851	Idem.	Annual scientific discovery.

Quelques-uns des plus grands ponts en pierre.

Nom et Site.	Long. de L'arche.	Complété.	Ingénieur.	Autorité.
Vieille Brionde sur l'Allier.....	178 pieds.	1454	Grenier et Estone,	Prof. Mahan.
Rialto sur	98 6[10 "	1578	Michel Angelo,	.....
Claix " le Drack	150 "	1611	.....	.....
Neuilly " la Seine.....	127 9[10 "	1774	Perronet,	Prof. Mahan.
Lavour " l'Agout	160 5[10 "	1775	Saget,	Do.
Gignac " " l'Hérault...	160 "	1793	Garipuy,	Do.
Rouen " la Seine.....	101 7[10 "	1813	Lamande,	Do.
Waterloo " " Tamise	120 "	1816	Sir J. Rennie,	.....
Gloucester " " Séverne ...	150 "	1827	Telford,	Weale.
London " " Tamise	152 "	1831	Sir J. Rennie,	Prof. Mahan.
Turin " " Dora riparia	147 6[10 "	....	Masca,	Do.
Grosvenor " " Dee.	200 "	1833	Hartley,	Do.

Grands ponts en fonte.

Nom et Site.	Long. de l'arche.	Complété.	Ingénieur.	Autorité.
Wearmouth, sur le Wear.....	240 pieds.	1796	Burdon,	Prof. Mahan.
Staines	181 "	1802	.....	Do.
Austerlitz, Seine.....	106 "	1805	Lamande,	Do.
Southwalk, Tamise.....	240 "	1818	Rennie,	H. Law.
Tewkesbury, Séverne.....	170 "	1826	Telford,	Do.
Pont du Carrousel.....	187 "	1836	Polonceau,	Do.

NOTE.—Le Ponts Tubulaires de Britannia et de Conway sont décrits dans le texte.

Les ponts tubulaires de Britannia et de Conway ont été construits par Mr. Robert Stephenson. Le premier traverse le détroit de Menai au Rocher Britannia.

De même pour le Pont du Chemin de fer de Chester et de Holyhead, il a quatre arches, dont deux ont chacune 230 pieds, la troisième a 458 pieds et neuf pouces, et la dernière a 459 pieds et trois pouces.

Les tabliers de ces deux ponts sont placés dans des tubes rectangulaires composés de plaques en fer forgé, rivées les unes aux autres.

Le Pont de Britannia est 103 pieds au-dessus de la haute marée. De l'extérieur d'une des culées à celui de l'autre culée, ce pont a une longueur totale de 1832 pieds et huit pouces.

L'évaluation faite de cet ouvrage avant son parachèvement se montait à £602,000, sterling; en comptant les expériences faites pour lui donner les proportions convenables, ce pont a coûté plusieurs mille louis de plus que cette estimation; il a été terminé en 1850.

Le Pont de Conway n'a qu'une arche de 400 pieds; il a coûté £146,000, sterling.

L'extrême force de l'un des grands tubes du Pont de Britannia est égale à 78 tonneaux par chaque pied parcouru (E. Clark, Ponts tubulaires de Britannia et de Conway, vol. II, p. 760), tandis que celle du Pont projeté à Québec sera égale à 1,427 tonneaux par chaque pied parcouru, la différence étant nécessaire pour rendre sûr les passages latéraux du pont.

Le coût par chaque pied parcouru des Ponts de Britannia et de Conway, en dedans des culées, est égal à environ £397, sterling; tandisque le Pont à Québec ne coûtera que £195 sterling, par chaque pied parcouru en dedans des culées, ou, en supposant par chaque pied parcouru le coût des Ponts tubulaires pour pareille distance, le plan proposé

se trouve effectuer une économie de £791,061 courant, quoiqu'il soit admis que, plus une arche est grande, plus grand proportionnellement doit-être le coût d'une semblable construction. Un Pont tubulaire, si toutefois ou pouvait le construire en cet endroit, ne coûterait pas moins de £4,000,000, courant.

D'après les remarques et tableaux qui précèdent, on peut voir que le plus long pont suspendu maintenant terminé est cinq fois et un cinquième aussi grand qu'aucune arche en pierre qui existe actuellement.

Il est aussi quatre fois et un tiers aussi grand que la plus grande arche en fonte, et deux fois et un tiers presqu'aussi grand que l'arche du grand pont tubulaire de Britannia.

Mr. Robert Stephenson, devant un comité du parlement, a dit que son opinion bien arrêtée était qu'on ne pouvait pas sans risque construire en fonte des arches de plus de 360 pieds.

Sir John Rennie pensait qu'on pouvait les faire un peu plus grandes, mais n'était pas alors prêt à discuter cette question. (Voir Edwin Clark, Histoire du Pont Tub. de Britannia.)

Je suis d'avis qu'on peut construire des arches en fonte beaucoup plus grandes que 360 pieds, malgré les difficultés provenant de l'expansion et de la contraction du métal, mais ce ne serait rien comparé à l'arche qu'il faudrait à Québec.

Bien que les ponts tubulaires de Britannia et de Conway soient de très grands ouvrages, cependant ils n'ont guère plus du quart de la grandeur de celui qui est projeté ici. Ce sont les plus grands ponts pour des chemins de fer qui aient été construits. Les plus grandes arches en fonte sont environ un 0·149 de l'arche nécessaire à Québec, et la plus grande arche en pierre n'en est pas un huitième.

Nous sommes donc forcés à adopter quelque chose de

différent et qui n'a pas encore été essayé quelque chose de nouveau quant à l'objet, mais après tout plus ancien quant à l'application et connu scientifiquement depuis plus longtemps, mais pour des buts un peu différents.

Le pont de Britannia, et les grandes arches en fonte, et de fait tout grand ouvrage existant, furent des expériences avant d'avoir été tentés; il nous faut donc appliquer le principe à l'ouvrage requis, mais rien de plus.

LES OBJECTIONS SUPPOSÉES AUX PONTS SUSPENDUS POUR L'USAGE DES CHEMINS DE FER.

Il pourrait paraître presque présomptueux de suggérer, pour un ouvrage aussi gigantesque que celui que l'on propose pour Québec, un plan semblable en principe à celui qui a été condamné en termes si énergiques par les premiers hommes de la profession, si ce plan n'avait pas en lui-même de telles preuves de sa convenance, qu'elles puissent être aisément discutées en termes généraux, sans qu'on ait recours à la pompe de mots techniques et abstrus, et si cette question n'avait pas ses chauds défenseurs dans les rangs les plus élevés de la science.

Dans les calculs et les descriptions faits à l'occasion du pont proposé, il a été établi mathématiquement que le poids du pont sera une certaine quantité, que cette quantité est en équilibre, et qu'il y a une certaine force d'inertie due à la disposition de cette quantité; aussi, qu'un convoi de chars et les autres charges qui se trouveront sur le pont, formant en aucun temps un *maximum* de pesanteur, seront en proportion connue avec la force du pont, l'effet devant en être une quantité connue, qu'ils soient en mouvement ou en repos. On a demontré que cette quantité ne devra pas, sous les circonstances les plus défavorables, endommager l'ouvrage ou produire des résultats imprévus.

On n'a pas obtenu des résultats également favorables,

quand on a essayé de faire servir des ponts de cette espèce au passage des convois de chemins de fer, et en voici les raisons.

Mr. E. Clark, dans l'ouvrage précité, dit au sujet des expériences faites sur le chemin de fer de Stockton et de Darlington, qui est en Angleterre le seul dont on ait tenté de faire passer les locomitives sur un pont suspendu, et sur lesquelles on base toutes ses conclusions pour rejeter cette espèce de constructions (Vol. 1er., pag. 41): " Mr. Stephen-
" son, par expérience acquise sur le chemin de fer de Stock-
" ton et Darlington, avait compris la difficulté d'employer
" les ponts suspendus ordinaires pour l'usage des chemins
" de fer, puisqu'il avait été obligé de construire un nouveau
" pont sur la Rivière Tees, celui qui y avait été érigé se
" trouvant insuffisant. On essaya en cette occasion de
" rendre le tablier parfaitement roide par des charpentes
" ordinaires.

" Il est à remarquer en cette occasion, qu'après que le
" tablier eût été renforcé et roidi par des pieux enfoncés
" dans le lit de la rivière, parce que les chaînes ne donnaient
" qu'un appui partiel et que leurs vibrations brisaient litté-
" ralement la charpente sous la plate-forme, il exerça une
" tension *qui fit sortir de terre les pieux en question.* Cette
" expérience engagea Mr. Stephenson à renoncer à rendre
" roide un pont suspendu ordinaire, et à se servir d'une
" poutre isolée."

D'après ces remarques, il est évident que Mr. Stepenson prit son parti, et en vint aux conclusions qu'il a maintenues, au sujet des ponts suspendus pour l'usage des chemins de fer, d'après ses expériences sur le pont construit sur la ligne du chemin de fer de Stockton et Darlington, près Middleton.

Comme je ne puis me procurer les dimensions précises du pont en question, il n'est pas en mon pouvoir d'établir une

comparaison analytique entre sa force et la conclusion à laquelle on est arrivé. J'ai cherché ce renseignement dans presque tous les ouvrages scientifiques de l'époque où ces expériences furent faites, et, quoiqu'on en fasse souvent mention en termes généraux, on donne seulement quelques dimensions, probablement parce que le résultat était un coup manqué et que beaucoup de personnes croyaient qu'il continuerait d'en être ainsi.

D'après les témoignages donnés devant le comité parlementaire qui prit en considération le pont tubulaire de Britannia, le pont de Middleton a dû avoir été construit sans proportions convenables. (Ouvrage de E. Clark, pag. 63.)

" La plate-forme du pont, dit Mr. Stephenson, s'élevait " de trois pieds devant une locomitive se mouvant avec une " vitesse ordinaire."

Après l'expérience qui paraît avoir presque detruit l'ouvrage, on enfonça des pieux dans le lit de la rivière, et on y lia le pont.

Ce procédé a dû nécessairement empirer une affaire déjà mauvaise. Outre les effets résultant du passage des charges sur cette construction, passage qui devait déprimer une extrémité du pont en soulevant l'autre, arrachant et renfonçant alternativement les pieux du lit de la rivière, l'expension et la contraction des câbles devaient, à mesure que ceux-ci se raccourcissaient, soulever la plate-forme qui emportaient avec elle les pieux qui ainsi étaient arrachés à leur tour.

Quand les câbles se détendaient par une plus grande chaleur, ils n'avaient rien à supporter, les pieux demeurant là où le froid les avait laissés, et la plate-forme n'étant pas assez pesante pour les renfoncer. Ce sont là d'ailleurs des changements qui peuvent aisément arriver de minuit à midi ; et quand une charge assez pesante pour renfoncer

les pieux étaient amenée sur la plate-forme, il se produisait un soulèvement et un abaissement très propres à briser le pont.

C'est cependant d'après ces prémisses insuffisantes que l'on a tranché l'importante question de l'usage des ponts suspendus pour les chemins de fer. Une expérience, qui aurait eu un autre résultat, aurait probablement changé tout-à-fait cette importante branche de constructions pour les chemins de fer.

On parait avoir entièrement oublié ou négligé la force d'inertie du pont, ou le poids en équilibre comparé au poids de la charge qui devait traverser le pont.

C'est pourtant là la base de tous calculs en cette matière.

Si la charge, qui doit se mouvoir sur un corps en équilibre, est en telle proportion avec ce corps, que la force d'inertie de ce corps soit facilement vaincue par le poids de la charge. il en résultera un dérangement dans la proportion d'un corps avec l'autre ; mais si le poids du corps mobile, comparé à la force d'inertie du corps en équilibre, est petit, l'effet sera tellement minime que dans bien des cas il pourra être inperceptible.

En théorie, un poids d'une livre, mis sur le pont proposé, déprimera la partie du pont qui se trouve sous le poids, mais la quantité sera imperceptible.

Le pont de Fribourg, avec une arche de 870 pieds, et ne pesant que 190 tonneaux, s'est trouvé dans le cas de porter un corps de troupes en mouvement, au nombre de 500 hommes. C'était un poids de 31 tonneaux et un quart, c'est-à-dire presque le sixième du poids suspendu du pont, et pourtant les déflexions ou soulèvements ont été très peu considérables.

Au pont de Fairmount, l'ingénieur, Mr. Ellet, écrit que le poids suspendu du pont est de 115 tonneaux. " J'y ai " eu à la fois, dit-il, une charge de plus de 70 tonneaux en

" mouvement; les déflexions ont été d'environ quatre pouces
" C'était avant qu'il y eût des charpentes."

A Queenston, quand la plate-forme du pont fut assez avancée pour permettre le passage de wagons chargés, mais avant qu'il y eût des charpentes (il n'y avait pas même de balustrade), on fit passer une charge très forte.

Dans cet état imparfait, le pont pouvait être considéré aussi flexible que les câbles qui le supportaient, rien ne le rendant roide que son propre poids et la faible roideur des bordages de fond, qui, étant de pin, avaient 3½ pouces d'épaisseur et étaient mis sur la longueur. Les deux cordes en pin, dont l'une, mise à plat, avait 3½ pouces x 9 pouces, et l'autre 5 pouces x 8 pouces, étaient posées ; mais elles n'étaient pas fixées, et par conséquent ne formaient pas partie de la charpente qu'elles ont plus tard portée.

En cet état, le poids suspendu du pont était d'environ 150 tonneaux.

On désirait démontrer aux juges nommés par les législatures respectives de l'Etat de New-York et du Canada (l'honorable juge Millet, de Buffalo, et Gilbert McMichen, écr., du comté de Niagara, qui étaient alors présents), que le pont était sous tous les rapports en état de porter un poids plus grand que celui qui devait jamais s'y trouver sous des circonstances ordinaires ; en conséquence, on chargea de gravier et de pierres un certain nombre de wagons, qui avec les chevaux et les charges furent jugés peser de 70 à 75 tonneaux. Cette charge également divisée sur chacune des deux rives de la rivière, et accompagnée de 200 à 300 personnes, de plusieurs wagons légers, et d'hommes à cheval, fut, à un signal donné, simultanément mise en mouvement dans la direction du pont qu'elle traversa, les deux lignes passant au centre. Les déflexions, quoique visibles, ne furent pas assez considérables pour avoir pu empêcher une locomotive de les surmonter. On ne les détermina pas

lors du passage de la charge ; mais en comparant la charge avec le poids du pont, et ensuite avec le poids du pont proposé à Québec, nous trouvons qu'il faudrait l'énorme pesanteur de 3,509 tonneaux pour déprimer le pont de Québec autant que le fut celui de Queenston.

En autant qu'il s'agit d'opinions, on peut observer que M. Robert Stephenson, devant un comité parlementaire, (Voir les ouvrages d'E. Clark, sur le pont tubulaire de Britannia, vol. 1er. page 63), déclara distinctement qu'on peut faire passer des convois de chemins de fer sur le vieux pont suspendu de Menai, et qu'on ne s'en est pas servi parce que le gouvernement y objectait.

Ce pont n'est qu'un pont suspendu ordinaire, destiné seulement au passage des voitures habituellement en usage sur les chemins, et fut construit avant qu'on se servait de chemins de fer.

Le général Sir Charles Paisley, inspecteur-général des chemins de fer en Angleterre, déclara aussi, devant le même comité, qu'il croyait que les ponts suspendus étaient tout-à-fait praticables pour les chars de chemins de fer, si on les construisait bien. Sir John Rennie fut du même avis. (Voir le même ouvrage, page 71.)

C'était, il faut le remarquer, après que l'expérience au sujet du pont avait été manquée ; ce qui alors avait tranché la question, et ne devait pas vraisemblablement être ignoré de ces deux ingénieurs éminents.

Quant à l'expansion et la contraction des câbles, il me suffit de remarquer que, les fils de fer étant si rapprochés les uns des autres, tout changement de température agira sur eux tous, et produira ainsi une tension unifo rme

Les selles, plus haut décrites, permettront l'action de ces changements sans que l'équilibre du pont soit dérangé, et l'altération dans la ligne du chemin de fer sera si faible

qu'elle n'empêchera pas le passage d'un convoi, et elle sera inappréciable pour les voitures ordinaires.

J'ai fait l'estimation des effets dus à un changement de température égal à 180 degrés Farenheit.

Je suis redevable au principal de l'Académie de cette cité pour des tables de basse température à Québec, dressées par lui-même pour un grand nombre d'années, et sur lesquelles ces calculs sont basés.

LES EFFETS DU VENT.

Outre qu'un pont suspendu a une moindre surface exposée au vent que toute autre espèce de construction pour le même objet, afin de vous prouver qu'on n'a rien à craindre de ce côté pour la sûreté de l'ouvrage, je désire remarquer que vû la grandeur du tablier principal, ce pont sera le pont suspendu le plus pesant qui aura jamais été construit.

Les ponts du détroit de Menai, de Wheeling et de Queenston, sont tous dans des positions aussi exposées que le serait celui de Québec ; cependant, quoique la surface exposée au vent ne doive être à Québec que douze fois celle du terme moyen de ces ponts, le poids du pont ou du corps à être mû par le vent serait à Québec 39 fois aussi considérable que le terme moyen correspondant.

En outre, les tiges de retenue (telles que spécifiées dans la description,) seront capables de supporter une tension latérale égale à 50 livres par chaque pied carré de la surface exposée au vent.

DES EFFETS DE LA VIBRATION.

On trouvera, aux pages précédentes, des descriptions de quelques ponts semblables en principe à celui que l'on propose ici, et qui ont résisté aux effets des vibrations durant plusieurs siècles.

C'est, néanmoins, une question d'un bien haut intérêt de

déterminer exactement les changements qui ont pu s'opérer dans les particules extrêmes du métal et affecter leur force de cohésion par suite de vibrations et pulsations longuement prolongées, et c'est aussi pour cette raison que les commissaires royaux, nommés par Sa Majesté pour s'enquérir de l'emploi du fer dans les constructions destinées aux chemins de fer, ont fait une suite d'expériences très détaillées et très soigneuses, et, dans leur rapport à la reine, rapport qui fut mis devant les chambres du parlement, ils disent (page 10) que, par des inventions ingénieuses et à l'aide de la vapeur, ils ont courbé des barres de fonte plus de 100,000 fois consécutives, à raison de 4 dépressions par minute, et que chacune de ces dépressions était le tiers de celle qui eût fait rompre la barre, mais que ces barres n'en furent nullement endommagées. Ils le prouvèrent en les brisant ensuite de la manière ordinaire, en plaçant à leur centre des charges stationnaires.

Dans une seconde expérience, les barres furent mises horizontalement, et l'on fit aller et venir doucement sur elles la moitié du poids suffisant pour les rompre. Par cette opération répétée, les barres furent pliées 96,000 fois, et ne furent nullement endommagées.

Des barres de fer forgé furent soumises à 10,000 déflexions périodiques, dont la quantité était la moitié de celle qui eût produit une courbe considérable et permanente, et elles ne furent endommagées d'aucune manière.

A Québec, toute courbure que pourraient recevoir les câbles par le passage des plus grandes charges ou par le vent, ne serait pas plus forte que la deux centième partie de ce qui produirait une courbure permanente dans du bon fil de fer.

Les commissaires n'ont cependant que faiblement considéré le sujet des ponts suspendus pour l'usage des chemins

de fer, déclarant que l'emploi de ces ponts pour cet objet a été généralement condamné.

Les objections qu'ils font, en parlant des charges qui se meuvent sur des poutres, ne s'appliquent qu'au pont suspendu tel qu'indiqué à l'article sur " les effets des charges."

Les expériences qu'ils firent se rapportaient plus particulièrement à la fonte employée pour les solives, les poutres et les ponts tubulaires.

Comme il a été déjà démontré, l'effet du mouvement horizontal du corps, sur la trajectoire en avant de la charge, n'est pas transmis aux câbles principaux, mais se borne au tablier lui-même, au moins en autant qu'il s'agit d'une pression directe et verticale.

Il m'est impossible d'accorder les conclusions des commissaires, au sujet des effets produits par les charges passant avec une vitesse ordinaire ou très grande, avec les théories ordinairement admises ou avec les expériences que j'ai faites moi-même pour déterminer cette question.

Ils prétendent qu'ils ont trouvé (Voir page XII) qu'un corps en *mouvement* exerce sur ce qui le porte une pression plus forte que lorsqu'il est en *repos.*

L'appareil dont ils se sont servis à ce sujet est décrit dans leur rapport, et se composait de deux barres appuyées à leurs extrémités. Sur ces barres, ils fesaient passer un char chargé à volonté et qui descendait un plan incliné se terminant aux barres.

Il n'est pas dit qu'il y eût un plan horizontal entre le plan incliné et les barres flexibles, et conséquemment, si la charge descendait directement sur les barres, elle a dû agir en partie comme un corps qui tombe, et produire alors un plus grand effet que si elle eût été en repos.

Afin de déterminer cette question d'une manière plus satisfaisante pour moi, je priai, dans le mois de janvier dernier, M. Grant, de Frédéricton, N. B., qui avait alors la

garde du pont qui se construisait, sous mes directions, sur la rivière Saint-Jean, à la ville de Saint-Jean, de faire préparer le mécanisme nécessaire et de faire des expériences.

Ces expériences eurent un résultat bien différent de celui obtenu par les commissaires.

L'appareil dont on se servit était semblable à celui des commissaires, excepté en ce que le plan incliné, au lieu de se terminer aux barres flexibles, se terminait, par une courbe avec une tangente, en une plate-forme roide et horizontale et stationnaire, et aussi en ce que, au lieu de barres flexibles, on se servit d'une plate-forme presque roide où l'on posa les rails sur lesquels devaient passer les chars.

Ce plan était supporté par quatre leviers, en manière d'une *échelle de plate-forme*, ce qui permettait au plan de s'abaisser également, que le poids fût à ses extrémités ou qu'il fût à son centre.

Les leviers étant unis au centre, une balance à ressort en spirale servait à déterminer les dépressions, et les quantités se mesuraient par le moyen de verniers mobiles.

De cette sorte, on prouva que le *passage* d'une charge ne produisait pas une plus grande force verticale que lorsque cette charge était en repos, à l'exception de la force qui résultait de l'accumulation de pesanteur à l'endroit où cette charge passait verticalement.

Le mécanisme déterminait cela, en soulevant la plate-forme soumise à cette charge, à un degré aussi considérable que lorsque la plate-forme recevait du plan incliné le char en mouvement, et puis en la rabaissant tout-à-coup.

Delà la conclusion que, si le plan avait été parfaitement roide et n'avait été soumis à aucun mouvement vertical, la charge en mouvement n'aurait pas exercé une pression plu forte qu'au repos ; mais sans ce mouvement vertical, la quantité de la pression n'aurait pu être déterminée.

Il ne s'est pas produit une plus grande déflexion quand la

charge est passée avec une vitesse de 25 milles à l'heure qui a été la plus grande vitesse obtenue, que lorsqu'elle ne passait qu'avec une vitesse de——— milles à l'heure.

Au moment de la plus grande vitesse, on pouvait voir une légère vibration qui n'était pas produite par une vitesse moins grande. Ce fut là la seule différence apparente, et elle provenait probablement d'inégalités dans le mécanisme.

D'un autre côté, je ne puis m'accorder avec les ingénieurs, qui prétendent que l'on pourrait atteindre pratiquement un degré de vitesse qui diminuerait la pression sur le plan au point sur lequel passerait la charge.

Ceux qui ont cette opinion citent souvent des exemples de personnes qui ont patiné sûrement sur de la glace, qui se serait brisée si elles y étaient demeurées stationnaires un seul instant.

En cette occasion, les conclusions ont été tirées erronément.

La personne, en effet, qui patinait sur la glace, n'exerçait pas actuellement une pression moindre que si elle fût demeurée stationnaire; mais il faut un certain temps pour communiquer le mouvement aux particules de la glace, qui elles-mêmes prennent un certain temps à le transmettre à celles qui les environnent, et avant cela la glace ne peut se rompre. Or, dans l'exemple précité, la vitesse du patineur ne laisse pas écouler le temps nécessaire pour que la glace puisse se briser.

Il est plusieurs fois arrivé des cas, qui n'étaient que des modifications de ce principe, et dans lesquels de petits ponts en fonte ont été brisés par le passage des convois, mais n'ont pas eu le temps de tomber avant que les chars ne fussent en sûreté.

Au pont de Fairmount, on fit des expériences avec des

voitures chargées, afin de déterminer cette question, et on prit note des résultats.

On rapporte (*a*) que les dépressions y furent moindres lorsque la charge fut en mouvement que lorsqu'elle fut en repos sur le pont.

Je suis d'avis que l'on négligea quelques-unes des conditions.

Je ne connais aucune loi qui puisse amener à la conclusion qu'un corps pèse plus ou moins, selon qu'il est en mouvement ou en repos; la vitesse ne peut augmenter ou diminuer la force de gravité d'un corps qui se meut sur une ligne horizontale et dans un espace libre.

Si le milieu dans lequel il se meut se composait de couches d'une densité variable, et si la partie inférieure était la plus dense, un corps ayant une très grande vitesse s'y élèverait et conséquemment exercerait une pression moins forte sur ce qui le porterait que s'il était en repos.

Cette loi des projectiles est bien comprise dans l'artillerie.

Dans l'atmosphère, avec un convoi de chars comme corps en mouvement, les différences sont trop petites pour être appréciables.

Je suis donc fermement d'opinion que le même effet est produit sur un pont par une charge en mouvement, que par cette même charge en repos, si le mécanisme est parfait et le pont parfaitement roide.

Les autres conditions doivent s'appliquer ici, comme il est dit plus haut.

On a fait à plusieurs reprises aux Etats-Unis des évaluations et des offres pour la construction de *ponts suspendus destinés au passage de convois de chemins de fer.*

(*a*) Voir un rapport fait par M. Ellet, à un comité des citoyens de Hartford, sur la traverse de la rivière Connecticut, à Middleton.

M. Ellet, qui a construit plusieurs des plus grands et des meilleurs ponts suspendus du monde, a proposé dernièrement aux citoyens de Hartford l'érection d'un pont pour chemin de fer pour la traverse de la rivière Connecticut, près Middleton, et a offert de le construire pour une somme fixe, et de donner caution pour l'exécution du contrat.

Le pont proposé aurait eu un tablier de 800 pieds, et aurait été construit d'après les principes émis pour le pont projeté à Québec.

Il n'a pas encore été construit, sans doute parce que la manière d'agir de la compagnie est quelque peu contraire aux désirs du peuple de Hartford, et parce que la ligne de chemin de fer, qui devait-être en jonction avec lui, n'est pas encore assez avancée pour le requérir.

Plusieurs ingénieurs éminents ont proposé l'érection d'un pont suspendu, pour l'usage des chemins de fer, sur la rivière Niagara, près des Chûtes. Parmi eux, M. Robeling qui a construit les plus grands aqueducs suspendus, s'est offert de construire ce pont.

J'espère que votre honorable corps considèrera que les remarques que j'ai faites au sujet des vues et opinions de quelques autres personnes, ne l'ont pas été avec le désir de rabaisser les efforts de ceux qui méritent les louanges du monde civilisé, et particulièrement les efforts de ceux qui se sont engagés dans des sentiers nouveaux et inusités, dans lesquels ils ont rencontré des difficultés extraordinaires qu'ils ont heureusement surmontées. Mon seul regret à ce sujet est de voir qu'un si grand nombre aient travaillé *à prouver l'insuffisance*, au lieu de s'efforcer *à vaincre les difficultés* d'une combinaison, qui, croit-on, sera finalement le seul système convenable aux grandes ouvertures que l'on rencontre souvent dans les constructions de chemins de fer, particulièrement sur le continent Américain.

S'il y avait quelqu'objection par rapport à la hauteur

du pont au-dessus du fleuve, on pourrait l'augmenter d'au-moins 25 pieds sans rien affecter materiellement; seulement la maçonnerie des tours au-dessus des tabliers et celle des revêtements et des levées coûteraient un peu plus.

La gradation ou inclinaison des chemins de fer et toutes les autres conditions n'en seront pas changées.

Un bon exemple pratique de la force du fil de fer se trouve au fort Washington, sur la rivière Hudson, où le fil de fer du télégraphe forme une arche de 4,000 pieds. Ce fil se maintient depuis fort longtemps, et n'est renouvelé, dit-on, que lorsqu'il est rouillé.

A Québec, les précautions que l'on prendrait contre la rouille en préviendraient l'action, et la plus grande arche n'y aurait que les deux cinquièmes de la longueur de celle formée sur l'Hudson par un fil de fer.

PLAN DE DREDGE.

On a depuis quelque temps beaucoup parlé d'un plan de ponts suspendus, qui, vû l'émission d'une patente en faveur de M. Dredge qui en est l'inventeur, sont connus sous le nom de *ponts suspendus de Dredge.*

Il ne sera peut-être pas déplacé de référer ici à cette invention qui, (si l'on en prouve l'utilité), devrait été adoptée.

On prétend, en faveur de ce plan, qu'en plaçant les tiges de support diagonalement, les câbles principaux de suspension peuvent-être beaucoup plus légers que lorsque les tiges de support sont verticales.

Quelques-uns des défenseurs de ce plan ont été jusqu'à prétendre que, si les chaînes étaient coupées en deux, le pont se supporterait aussi bien que si elles étaient unies.

Admettant ces prémisses *dans un but de démonstration,* on verra que les résultantes des forces agiront de telle sorte que le demi-pont pourra être considéré comme un modillon qui projetterait d'un côté de la tour. Le sommet de la tour

en serait le point de suspension, la ligne du tablier étant le point de compression ; l'axe serait sur le côté de la tour. Après cela, il n'est pas besoin de formule pour faire voir clairement les forces qui agiront ici.

Si les chaînes étaient coupées en deux parties égales, la force de destruction aux extrémités du tablier serait de suite proportionnée à l'angle de direction des chaînes, et à la charge du pont lui-même ou au poids qui s'y trouverait.

Dans aucun des ponts dont j'ai vu des descriptions, l'extrémité du tablier n'est proportionnée de manière à recevoir cette tension sans fléchir et sans rompre ; et si cela est occasionné par la distribution mécanique des tiges de support, il doit en résulter du dommage. En outre, si les combinaisons dans la construction du tablier, etc., étaient faites de telle sorte qu'il pût résister permanemment à cette tension, il y aurait un plus grand poids suspendu et plus de matériaux employés, que dans le pont suspendu ordinaire, de la même force effective.

Je suis donc forcé d'avoir la même opinion que le *Mechanic's Magazine*, (Vol. 3, page 407), savoir, " que l'obliquité " des tiges de support est positivement nuisible."

INTÉRETS SOCIAUX, ETC.

Une très grande partie de l'ouvrage mécanique du pont peut se faire dans la cité par ses propres habitants.

J'ai pris un soin particulier de m'assurer de l'état des fonderies, des ateliers de machines, des carrières, etc., etc.

Toute la fonderie, lourde et légère, peut être faite à Québec.

Le prix pourra être par là un peu plus élevé, mais ceux qui paient les taxes (si le pont est construit tel que suggéré) auront l'avantage de se rembourser dans leur propre ligne d'affaires. La maçonnerie et les ouvrages en bois, et de fait tout ce dont on se servira pour la construction du pont,

pourront être les produits directs ou les objets ordinaires du commerce de cette cité.

Une très grande partie de la dépense occasionnée par cet ouvrage sera en main-d'œuvre, qui donnera un profit immédiat à la cité ; et, quoique le coût de l'ouvrage doive être très élevé, il n'est nullement considérable, si on le compare à celui d'autres entreprises.

On peut se former une idée de la grandeur comparative de cette entreprise par l'ouvrage de l'Inspecteur-Général Hincks sur le commerce et la navigation, dans lequel il est dit que la valeur des exportations et importations de la cité de Québec en 1850, dont entrée a été faite à la douane, s'est élevée à £1,891,863, ou presque le double du coût total de l'entreprise, ou bien encore environ 56 fois autant que la somme qui sera nécessaire pour payer le principal et les intérêts du coût de cet ouvrage, si on le construit tel que proposé.

On ne peut douter que le port de Québec n'augmente d'importance sous les points de vue commercial et social, et de toute autre matière, s'il est une fois en communication avec la côte de l'Atlantique, par des voies ou lignes qui ne soient pas interrompues en certaines saisons.

Le major Robinson a fait rapport qu'on peut construire de Québec à Halifax un chemin de fer sur lequel se feront en toutes saisons les affaires d'un très grand pays ; mes propres recherches corroborent ces assertions.

Si donc ce chemin de fer est construit, (et il n'y a pas de doute qu'il ne le soit tôt ou tard), il faut pourvoir aux moyens convenables et suffisants d'être en communication avec lui.

Tout le commerce de la grande contrée de l'ouest y passera durant presque la moitié de l'année.

Vû la nature du pays et la largeur du fleuve, le chemin de fer ne peut franchir le Saint-Laurent au-dessous de Québec.

Pour lors, *s'il ne traverse pas ici*, quelle est l'alternative ?

Que devient Québec ? Tout le commerce, avec tous les avantages qui l'accompagnent, dira à votre cité un " éternel adieu."

Durant la moitié de l'année, le fleuve est presque impassable; des masses de glace disputent le passage au plus fort bateau, et souvent le voyageur, qui est forcé de traverser, est plusieurs heures et quelquefois toute une journée avant de parvenir à l'autre rive.

Dans les temps les plus favorables, il sera difficile et coûteux de traverser en bateaux et en canots des effets et des marchandises, et de charger et décharger des chars pour en mettre la charge dans des charrettes, et l'en ôter pour la mettre dans les bateaux, et de là encore dans des charrettes, avant d'atteindre les magasins, sans compter qu'en hiver on ne pourra traverser une quantité de marchandises assez grande pour qu'elle soit digne de remarque.

Mais, par le moyen du pont et du chemin de fer, tels que proposés, les chars peuvent être chargés à Halifax, Boston ou New-York, et n'être déchargés que sous les toits des magasins de votre Cité.

Il me semble qu'il n'y a pas d'alternative : *Québec doit être uni à la rive sud du fleuve de quelque manière permanente;* par quelque voie de communication qui soit ouverte en tous temps et sans égard à l'époque ou à la saison ; par quelque voie que le vent, les vagues, le froid ou la chaleur ne puissent interrompre.

Citoyens de Québec, il vous faut construire *soit un pont, soit une nouvelle Cité.*

Sans des moyens convenables de franchir le fleuve, des villes rivales de Québec s'élèveront sur la rive du Sud, et le commerce de l'ancienne capitale l'abandonnera.

Ce n'est pas ici un cas analogue à celui de New-York. Là, quoiqu'en grande partie le commerce de la cité par chemins de fer se fasse par le moyen des traverses par eau,

de la terre ferme à l'île, il est à remarquer que ces traverses se font sans ou presque sans interruption en toutes saisons, puisqu'il y a près de 50 ans que le port de New-York n'a été fermé, et qu'il y a presque aussi longtemps que les rivières à la partie inférieure de l'île n'ont pas été assez couvertes de glaces pour arrêter la navigation à la vapeur plus de quelques heures consécutives.

Trois grandes lignes de chemins de fer, cependant, traversent directement, du Nord à l'île, par le moyen de pont, et pénètrent immédiatement dans le cœur de la Cité ; et la compagnie du chemin de fer de l'Erié qui, en été, a des bateaux qui de Piermont remontent la rivière sur une longueur de 27 milles, trouve qu'il lui est avantageux de conduire en hiver ses passagers par le chemin de fer de Patterson, afin qu'ils puissent franchir la rivière devant la Cité et éviter les inconvénients et les délais de la traverse au terminus supérieur, où il se trouve ordinairement plus de glace.

Quant à la distance où le pont se trouve de la Clté proprement dite, on peut remarquer que, si la Cité augmente comme il y a raison de le croire, il ne s'écoulera pas une génération, après que les chemins de fer et autres grandes améliorations projetées seront complétés, sans que le pont ne se trouve dans les limites de la Cité. En 35 ans, New-York s'est étendu sur une distance aussi grande que celle qui se trouve de Victoria Cove à la Porte St. Jean.

DU PLAN DE CONSTRUCTION AU SITE NO. 2.

Vû l'espace de temps considérable et la dépense additionnelle qui eûssent été nécessaires, je n'ai pas préparé des plans détaillés pour un pont au Château St. Louis ; mais j'ai fait des estimations, par lesquelles je me suis convaincu qu'un pont, propre à des chemins de fer et d'une force proportionnée à celle du pont proposé, ne peut y être construit

pour une somme moindre que *neuf millions de piastres*, et qu'en toute probabilité il coûterait de 11 à 12 millions.

Ce qui fait cette grande différence dans le coût de ce pont, c'est d'abord la hauteur très considérable des tours nécessaires en cet endroit, et ensuite la longueur plus grande du tablier principal.

Les tours y devraient avoir 444 pieds de hauteur, et 210 pieds sur 46 pieds à leur base, pour être proportionnées de la même manière que celles du site No. 1, et être de force suffisante pour l'ouvrage. Les autres parties seraient à peu près dans la même proportion.

Avec des assurances de respect,

Je suis votre etc., etc.,

EDW. W. SERRELL,

Ingénieur.

Daté à New-York, Mars 1852.

Voyons maintenant quels moyens il y a d'obtenir les fonds nécessaires pour construire un pont pour des convois de chemins de fer et pour le roulage ordinaire, sur le Saint-Laurent, à Québec, et quel en sera le revenu probable d'après les estimations ci-jointes du coût de l'ouvrage.

Le pont, tel que proposé, coûterait £765,317 courant, ou $3,061,270.

Il serait construit dans le but de mettre Québec en communication avec le chemin de fer d'Halifax à Québec, avec celui de Québec à Richmond, ou avec toute autre grande ligne de chemin de fer qui traverserait cette partie de la Province, et avec toutes les voies de transports par terre sur la rive sud du Saint-Laurent ; et, dans le cas où il serait

jamais construit un chemin de fer sur la rive nord de Québec à Montréal, il formerait partie de la ligne principale de chemin de fer de la côte de l'Atlantique à l'intérieur du pays.

Présumant donc qu'il est nécessaire de joindre le chemins de fer à la Cité, pour en faire les chemins de fer *d'Halifax à Québec, et de Québec à Richmond, etc.*, au lieu d'avoir recours à un changement de nom et à un changement de but pour correspondre à tout changement de terminus, je crois qu'au moins la moitié du coût du pont devrait être défrayée à même l'emprunt impérial, à 3½ par cent d'intérêt, destiné à la construction de la grande ligne de chemin de fer.

L'autre moitié serait payée par la Cité de Québec, afin d'avoir dans l'enceinte de la cité le terminus avec les avantages qui en dépendent.

La Cité de Québec aurait alors à payer £382,658, courant, ou $1,530,634.

En obtenant un prêt à 4 par 100 d'intéret sur la garantie de la cité (ce qui, sans doute, peut se faire aisément,) ce prêt devant être acquitté en 20 années par paiements égaux faits chaque année, le montant annuel à être payé, y compris l'intérêt sur la somme non-payée, serait de $108,280 ou £27,070 courant.

La valeur de la propriété foncière de la Cité de Québec, d'après l'état officiel fourni par le trésorier, et en supposant que les cotisations prélevées sur les loyers sont uniformément, par rapport à la valeur des biens ainsi loués, dans la même proportion que 25 est à 40 (ce qui est à peu près sa propre supposition), cette valeur serait égale à £5,992,089 courant, ou $23,968,356.

Ainsi, si chaque citoyen, et la corporation payait pour cet objet et sur la valeur de leurs propriétés foncières respectives situées en la cité, une somme égale à $0.45 annuellement par chaque $100 de cette valeur, ou à £0 0 1.08 par

louis, le pont pourrait être construit et la cité en avoir les avantages, et le pont se trouverait acquitté en 20 années.

Ces calculs ont été faits dans la supposition que le pont ne rapporterait aucun revenu pour en payer le coût, tandis que le résultat serait bien autrement favorable.

Parmi les nombreuses sources de revenu direct que donnerait le pont, on peut compter les suivantes, les avantages indirectes qui devront en résulter pour la cité étant incalculables.

Ceux qui comprennent parfaitement ce sujet, ont calculé qu'environ 40,000 personnes visitent Québec annuellemen dans le but d'en apprécier les beautés.

Chacune de ces personnes paierait, sans aucun doute, un quart de piastre pour voir le pont et traverser le fleuve ; cela forme une somme de $10,000.

Les districts situés sur le côté sud du fleuve, et qui seraient en communication constante avec la cité par le moyen du pont, contiennent 139,077 habitants, tandis que les villes, situées de l'autre côté de la rivière et dont les habitants franchissent le pont de la rivière Saint-Charles pour venir à la cité, ne contiennent que 22,180.

Le très grand nombre de bateaux traversiers et de petits steamers, qui traversent le fleuve, de la cité à la rive du sud, ou remontent ou descendent un peu le fleuve, prouvent qu'il se fait ainsi beaucoup d'affaires, et que le revenu qui en provient est considérable.

La plupart de ceux qui traversent maintenant en bateaux, traverseront sur le pont lorsqu'il sera construit ; et si l'on pouvait avoir une estimation du revenu que donnent ces bateaux, on trouverait que ce revenu est encore bien éloigné de celui que rapporterait le pont pour le même objet, et cela pour beaucoup de raisons, parmi lesquelles on peut citer la suivante, savoir, que le pont serait franchissable en tout temps

de l'année, jour et nuit, tandis que les bateaux ne peuvent être en activité guère plus de la moitié de l'année.

On pourra aussi traverser, sur le pont, des wagons et autres objets lourds, qu'on ne peut jamais traverser en petits bateaux, ou, en hiver, que sur la glace, quand elle est *prise*.

D'après ces sources de revenu, et celle que le pont créerait, et sans compter les chemins de fer et beaucoup d'autres sources de revenu qui ne peuvent être énumérés, on peut sûrement calculer que le pont rapporterait suffisamment pour payer les frais de réparations et les employés, et en outre une somme très considérable qui, lorsque les frais de construction du pont seraient acquittés comme je le propose, serait un revenu ou profit direct pour la cité.

CARTES ET PLANS.

CARTE A.—Carte ou tracé général, montrant les environs de Québec, et une portion suffisante du fleuve Saint-Laurent pour déterminer les parties les plus étroites du fleuve près de la cité : c'est une compilation des explorations du major Holland et d'autres.

FEUILLE 1ère.—Les élévations générales et le plan du pont proposé, vu de côté, ensemble avec les levées, revêtements, etc.

FEUILLE 2de.—Les tours du pont, avec leur élévation et leurs sections latérales et de front.

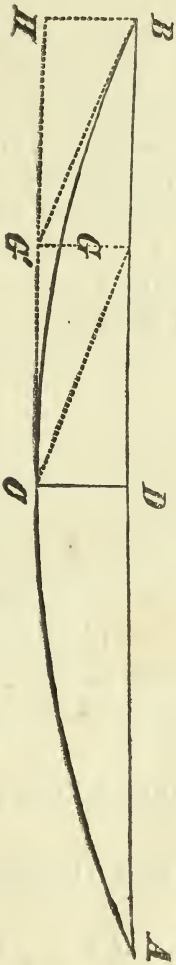
FEUILLE 3e.—Les revêtements montrant les débouchés pour les eaux ; de plus, les segments en maçonnerie, et l'élévation du bureau, etc.

FEUILLE 4e.—Les détails des ouvrages en bois ; la section transversale du pont ou tablier, avec l'élévation latérale des charpentes, etc., etc.

FEUILLE 5e.—Le plan et les détails des caissons (*coffer-dams.*)

APPENDICE A.

Tension sur les câbles causée par leur position.



A C B est une courbe caténiforme. La courbe est en

équilibre ; par conséquent la partie B C ne sera pas dérangée, en supposant le point C fixe par rapport à elle, et le point B comme le point de suspension. (La courbe A C B représente la courbe à l'ouverture centrale, et B C celle de chacune des ouvertures les plus rapprochées du rivage).

G indique le centre de gravité de la partie B C.

Les tangentes B G' et C G' se couperont en G', sur une ligne verticale tirée au point G.

Désignons par T la tension en B ; par K la tension en C ; et par p le poids de la partie B C.

Parce que les trois forces p, T et K sont en équilibre au point G', nous avons :

$$p : K :: B\,H : H\,G'$$

$$p : T :: B\,H : H\,G'$$

D'où

$$K = p.\ \frac{H\,G'}{B\,H}$$

$$T = p.\ \frac{B\,G'}{B\,H}$$

Désignons le sinus verse par f, et là où il n'excède pas 0.07 de l'ouverture A B, l'espace H G' peut être regardé, sans erreur sensible, comme la moitié de la demi-ouverture B D, que nous désignerons par l, et nous avons :

$$B\,G' = \sqrt{\overline{B\,H}^2 + \overline{G'\,H}^2} = \sqrt{f^2 + \frac{l^2}{4}}$$

Substituant ces quantités dans les équations précédentes, nous avons :

$$K = \frac{p\,l}{2\,f} \text{ ou la tension horizontale.}$$

$$T = \frac{p.}{f}\sqrt{f^2 + \frac{l^2}{4}} = p\sqrt{1 + \frac{l^2}{4\,f^2}}$$

ou la tension aux points de suspension, laquelle tension étant déterminée, les câbles doivent être proportionnés en conséquence.

APPENDICE B.

En référant à la première partie de l'Appendice A. on verra que la tension continuera à être la même, soit que la courbe caténiforme se trouve complète, soit qu'elle soit interrompue au centre, avec le sommet pour un des points fixes.

Par conséquent, les demi-ouvertures ou ouvertures de terre peuvent de toute manière être considérées comme la courbe caténiforme complète, en autant qu'il s'agit de la direction des forces et de leur quantité.

APPENDICE C.

LA TENSION SUR LES SOMMETS DES TOURS.

L'angle de direction des câbles des ouvertures de terre étant le même que celui de l'ouverture centrale, la résultante des forces devient seulement une pression verticale.

Là où les étais d'une seule ouverture ou les câbles d'un pont qui a plus d'un tablier quittent les tours sous des angles différents, la pression devient plus ou moins horizontale ou oblique, et tend à agir en dedans ou en dehors des tours; mais lorsque les angles sont les mêmes, les forces horizontales se neutralisent les unes les autres, et la pression n'est plus que verticale.

APPENDICE D.

La pression verticale des câbles est = T × Nat. Cosinus de l'angle de direction des câbles × 2, parce que les ouvertures de terre et celle du centre se contrebalanceront.

La pression, dont le calcul se trouve dans le texte, est l'extrême force du pont.

APPENDICE E.

Deux courbes caténiformes sont semblables quand leurs points de suspension sont sur un plan horizontal, que leurs éléments constitutifs et leurs dimensions soient proportionnellement augmentés ou qu'ils soient indéfiniment diminués.

D'où, les tensions dans des courbes caténiformes semblables sont directement comme les pesanteurs; conséquemment, quand un poids est distribué uniformément sur une courbe caténiforme, une augmentation ou diminution de pesanteur ne fera que produire des tensions différentes sur les parties sans changer la figure de la courbe.

Quand une plate-forme ou un tablier (comme dans un pont) est suspendu à la courbe caténiforme par des tiges verticales de suspension, sa position est presque la même que si le poids était uniformément réparti sur la courbe caténiforme.

APPENDICE F.

Comme toute surabondance de poids à toute partie d'une courbe caténiforme tendra à déprimer cette partie, il suit nécessairement qu'à moins que la courbe caténiforme ne change de longueur, une partie ne peut pas s'abaisser sans élever d'une égale quantité quelqu'autre partie.

Par conséquent quand le centre est déprimé, les côtés sont élevés; et quand ceux-ci sont déprimés, le centre s'élève. Quand une seule extrémité est déprimée, la partie qui se trouve vis-à-vis est relevée et gravite vers le centre.

ERRATA.

Page 9,	*ligne* 27,	au lieu de :	appuyées,	*lisez :*	liées
" 9	" 28, 29	"	des poteaux (string posts)	"	un poinçon (king post)
" 10	" 11	"	*Cap* parapet,	"	chapeau (cap), le parapet
" 10	" 32	"	ayant la courbe caténiforme,	"	qui, ayant la courbe caténiforme, iront.
" 12	" 30	"	ou de,	"	sur des
" 13	" 27	"	l'autre,	"	l'autre jusqu'après leur [passage
" 20	" 11	"	terrain,	"	sable
" 35	" 9	"	aisseliers sur	"	courbes sous
" 39	" 22	"	Kuncorn,	"	Runcorn
" 41	" 23	"	Heale,	"	Weale
" 42	" 8	"	Perrouet,	"	Perronet
" 43	" 23	"	78	"	7.8
" 49	" 16	"	150	"	160
" 55	" 3	"	—milles,	"	dix milles

3 9004 03469477 5